

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3433493 A1**

⑥ Int. Cl. 3:  
**H04N 1/40**  
G 06 K 9/58

⑳ Aktenzeichen: P 34 33 493.9  
㉔ Anmeldetag: 12. 9. 84  
㉕ Offenlegungstag: 4. 4. 85

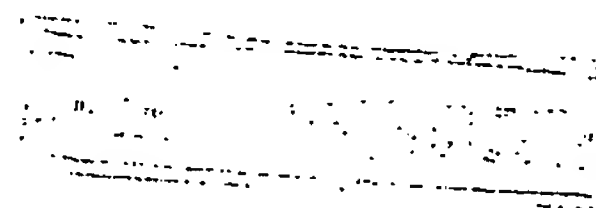
DE 3433493 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
12.09.83 JP P58-166600 11.10.83 JP P58-188487  
11.10.83 JP P58-188488 11.10.83 JP P58-188489  
11.10.83 JP P58-188490 14.10.83 JP P58-191004  
14.10.83 JP P58-191005

⑦① Anmelder:  
Ricoh Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:  
Berg, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Stapf, O.,  
Dipl.-Ing.; Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K.,  
Dipl.-Chem. Dr.jur. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000  
München

⑦② Erfinder:  
Shimotono, Susumu, Atsugi, Kanagawa, JP



Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ System zur Digitalisierung von Bildsignalen

Ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen kann Abbildungen auf einer Vorlage adäquat digitalisieren, indem die Vorlage trotz lokaler Änderungen der Farbe und/oder der Dichte des Untergrundes in Bildelemente (»Pixels«) aufgelöst wird. Schwellenwerte für die jeweiligen Bildelemente werden unter Berücksichtigung einer mittleren Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der benachbarten Bildelemente, der mittleren Dichte der weißen Bildelemente, der mittleren Dichte der schwarzen Bildelemente, einer Änderung im Kontrast der Abbildung und ähnlicher Einflüsse berechnet. Außerdem werden Schwellenwerte auf der Basis der Mittelwerte der Bilddichten in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung sowie die Differenz zwischen diesen Mittelwerten für jedes Bildelement berechnet. Die Schwellenwerte werden auf einen bestimmten Bereich beschränkt, der durch obere und untere Grenzen definiert ist. Die Schwellenwerte werden durch abweichende Werte modifiziert, die um eine vorgegebene Zahl von Bildelementen in einer entgegengesetzten Abtastrichtung verlaufenden Richtung versetzt sind. Weiterhin werden die Schwellenwerte in Abhängigkeit von der Dichteverteilung der Bildelemente in einen begrenzten planaren bzw. ebenen Bereich berechnet, der erhalten wird, indem nacheinander Bildelemente in mehreren Abtastzeilen ausgewählt und ihr Mittelwert berechnet werden.

DE 3433493 A1

5 P a t e n t a n s p r ü c h e

1. System zur Digitalisierung eines von einer Abtasteinrichtung gelesenen Bildsignals,  
g e k e n n z e i c h n e t     d u r c h  
10 einen Mittelwertrechner (108) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes ( $P_i$ ) und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, und durch einen Schwellenwertrechner (112) zur Berechnung des  
15 Schwellenwertes, indem das Ergebnis der Berechnung durch den Mittelwertrechner (108) einer vorgegebenen Operation unterworfen wird, wobei das markierte Bildelement in Bezug auf den Schwellenwert digitalisiert wird.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der  
20 Mittelwertrechner (108) so aufgebaut ist, daß er den Mittelwert der Gewichts-Koeffizienten berechnet, die den jeweiligen Bezugs-Bildelementen zugeordnet sind, und daß die Gewichts-Koeffizienten exponentiell entsprechend dem Abstand von dem markierten Bildelement abnehmen.

25 3. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bezugs-Bildelemente Bildelemente sind, die vor dem markierten Bildelement gelesen werden.

30 4. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als weißes/schwarzes Bildelement gelesen wird, in dem das Bildsignal in ein entsprechendes digitales Dichtesignal, das eine vorgegebene Zahl von Bits hat und der  
35 Dichte des Bildsignals zugeordnet ist, umgewandelt und

1 das Dichtesignal mit einem vorgegebenen Schwellenwert  
verglichen wird, gekennzeichnet durch eine Einrichtung  
(210) zur Aufprägung eines Zwangssignals, das aus einer  
5 vorgegebenen Zahl von aufeinanderfolgenden Bildelementen  
mit Dichtesignalen, die sich monoton in Abtastrichtung  
ändern, das Bildelement mit der niedrigsten Dichte als  
weißes Bildelement ansieht, sowie eines Zwangssignals, das  
ein anderes der vorgegebenen Zahl von Bildelementen,  
10 nämlich das Bildelement der höchsten Dichte, als schwarzes  
Bildelement ansieht, weiterhin durch eine Einrichtung (214)  
zur Änderung des Zwangssignals, um verschiedene Zwangs-  
signale zu entfernen, die dem gleichen Bildelement aufge-  
prägt sind, weiterhin durch eine Einrichtung (212) zur  
15 Erweiterung des Zwangssignals, die von den Bildelementen,  
die die gleiche Dichte wie die unmittelbar vorhergehenden  
Bildelemente haben und nicht von Zwangssignalen begleitet  
sind, dem Bildelement, das als nächstes bei einem von einem  
Zwangssignal begleiteten Bildelement liegt, ein Zwangs-  
20 signal aufprägt, das identisch mit dem Zwangssignal dieses  
Bildelementes ist, und durch eine Einrichtung zur Änderung  
der Erweiterung des Zwangssignals, um verschiedene Zwangs-  
signale zu entfernen, die dem gleichen Bildelement aufge-  
prägt sind, das die gleiche Dichte wie das unmittelbar  
25 vorhergehende Bildelement hat, wodurch bei einem Bildele-  
ment, das von einem Zwangssignal begleitet ist, das  
Ergebnis der mit einem vorher ausgewählten Schwellenwert  
ausgeführten Digitalisierung in Abhängigkeit von dem  
Zwangssignal geändert wird, während ein Bereich zwischen  
30 Bildelementen, die durch die gleichen Zwangssignale beglei-  
tet werden, auf das gleiche Ergebnis der Digitalisierung  
wie diese Bildelemente geändert wird.

5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die  
35 Einrichtung zur Erweiterung des Zwangssignales so aufgebaut  
ist, daß sie auf ein Bildelement wirkt, welches

1

die gleiche Dichte wie das unmittelbar vorhergehende Bildelement hat und in Abtastrichtung als nächstes bei einem Bildelement liegt, das von einem Zwangssignal begleitet ist.

6. System nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Aufprägung eines Zwangssignals so aufgebaut ist, daß sie die Bildelemente in Bildelemente mit erhöhter Dichte, die eine höhere Dichte als die benachbarten Bildelementen haben, weiterhin in Bildelemente mit verringerter Dichte, die eine geringere Dichte als die benachbarten Bildelemente haben, und in Bildelemente mit unveränderter Dichte klassifiziert, und daß die Einrichtung zur Aufprägung der Zwangssignale feststellt, daß sich die Dichten der Bildelemente in einem bestimmten Bildelement-Bereich monoton ändern, wenn eine vorgegebene Zahl von aufeinanderfolgenden Bildelementen keine Bildelemente mit erhöhter Dichte und keine Bildelemente mit verringerter Dichte im Gemisch sowie eine kleinere Zahl von Bildelementen mit unveränderter Dichte als Bildelemente mit erhöhter Dichte oder Bildelemente mit verringerter Dichte enthält.

7. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarzes/weißes Bildelement gelesen wird, indem das Bildsignal mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird, gekennzeichnet durch einen Mittelwertrechner (304) zur Berechnung der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichte mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, weiterhin durch eine erste Digitalisiereinrichtung (310) zur Digitalisierung des markierten Bildelementes in Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnung dieses Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert, der

1  
von dem Mittelwert-Rechner (304) gebildet worden ist,  
durch einen Mittelwert-Rechner (316) für die weißen Bild-  
elemente zur Berechnung des Mittelwertes der Dichten der  
5 markierten Bildelemente, die von der ersten Digitalisier-  
einrichtung (310) als weiße Bildelemente identifiziert  
werden, durch einen Rechner (308) für einen modifizierten  
Schwellenwert zur Berechnung eines modifizierten Schwellen-  
wertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert für die weißen  
10 Bildelemente, der von dem Rechner (316) für den Mittelwert  
der weißen Bildelemente geliefert worden ist, und von  
dem Mittelwert der Dichten, und durch eine zweite Digitali-  
siereinrichtung (318) zur Digitalisierung eines markierten  
Bildelementes in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.

15  
8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß  
der Mittelwert-Rechner (304) so aufgebaut ist, daß er  
den Mittelwert der Gewichtungskoeffizienten berechnet, die  
den jeweiligen Bezugs-Bildelementen zugeordnet sind, und  
20 daß die Gewichtungskoeffizienten exponentiell entsprechend  
dem Abstand von dem markierten Bildelement abnehmen.

9. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das von  
einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrich-  
25 tung durch Vergleich des Bildsignals in einem vorgegebenen  
Schwellenwert gelesen wird, gekennzeichnet durch einen  
Mittelwert-Rechner (304) zur Berechnung des Mittelwertes  
der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildele-  
mentes und der Dichte mehrerer, aufeinanderfolgender Bild-  
30 elemente, die an das markierte Bildelement angrenzen,  
weiterhin durch eine erste Digitalisiereinrichtung (310)  
zur Digitalisierung eines markierten Bildelementes in  
Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnung des Schwel-  
lenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten,  
35 der von dem Mittelwert-Rechner (304) geliefert wird, durch  
einen Rechner (316a) für den Mittelwert der schwarzen

1

Bildelemente zur Berechnung des Mittelwertes der Dichten der markierten Bildelemente, die von der ersten Digitalisiereinrichtung (310) als schwarze Bildelemente identifiziert werden, durch einen Rechner (308) für einen modifizierten Schwellenwert zur Berechnung eines modifizierten Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert für die schwarzen Bildelemente, der von dem Rechner (316a) für den Mittelwert der schwarzen Bildelemente geliefert wird, und von dem Mittelwert der Dichten, und durch eine zweite Digitalisiereinrichtung (318) für die Digitalisierung eines markierten Bildelementes in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.

15 10. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als weiße/schwarze Bildelemente durch Vergleich des Bildsignals mit einem vorgegebenen Schwellenwert gelesen wird, gekennzeichnet durch einen Mittelwertrechner  
20 (304) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichte mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, weiterhin durch eine erste Digitalisiereinrichtung (310) zur Digitalisierung eines markierten  
25 Bildelementes in Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnung dieses Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten, der von dem Mittelwertrechner (304) geliefert wird, durch einen Rechner (316) für den Mittelwert der weißen Bildelemente zur Berechnung des  
30 Mittelwertes der Dichten der markierten Bildelemente, die von der ersten Digitalisiereinrichtung (310) als weiße Bildelemente identifiziert werden, durch einen Rechner (316a) für den Mittelwert der schwarzen Bildelemente zur Berechnung des Mittelwertes der Dichten der markierten  
35 Bildelemente, die von der ersten Digitalisiereinrichtung (310) als schwarze Bildelemente identifiziert werden,



- 1 durch einen Kontrastrechner (320) zur Berechnung des Kontrastes der Abbildung rund um das markierte Bildelement in Abhängigkeit von dem Mittelwert für die weißen Bildelemente, der von dem Rechner (316) für den Mittelwert der  
5 weißen Bildelemente geliefert wird, und in Abhängigkeit von dem Mittelwert für die schwarzen Bildelemente, der von dem Rechner (316a) für den Mittelwert der schwarzen Bildelemente geliefert wird, weiterhin durch einen Schwellenwertrechner (308a) zur Berechnung eines modifizierten  
10 Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten und des Kontrastes, und durch eine zweite Digitalisiereinrichtung (318) zur Digitalisierung eines markierten Bildelementes in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.
- 15 11. System zur Digitalisierung eines von einer Abtasteinrichtung gelesenen Bildsignals, gekennzeichnet durch einen Mittelwertrechner (404) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, durch einen Schwellenwert-Rechner (406) zur Berechnung eines Schwellenwertes, indem  
20 das Ergebnis der Berechnung, das von dem Mittelwertrechner (404) ausgegeben wird, einer vorgegebenen Operation unterworfen wird, und durch eine Einrichtung (408) zur  
25 Modifizierung des Schwellenwertes, um den von dem Schwellenwertrechner (406) gelieferten Schwellenwert innerhalb eines vorgegebenen Bereiches zu modifizieren.
- 30 12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittelwertrechner (404) so aufgebaut ist, daß er den Mittelwert der Gewichtungskoeffizienten berechnet, die den jeweiligen Bezugs-Bildelementen zugeordnet sind, und daß die Gewichtungskoeffizienten exponentiell entsprechend dem  
35 Abstand von dem markierten Bildelement abnehmen.

1  
13. System zur Digitalisierung von Bildsignalen, die nacheinander bzw. sequentiell von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als weiße/schwarze  
5 Bildelemente ausgegeben werden, gekennzeichnet durch einen ersten Mittelwertrechner (506) für die sequentielle Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichte mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement  
10 angrenzen, während das markierte Bildelement in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung (502) verschoben wird, weiterhin durch einen zweiten Mittelwertrechner (508) für die aufeinanderfolgende bzw. sequentielle Berechnung des Mittelwertes der Dichte des markierten und der Bezugs-Bildelemente, während das markierte Bildelement in einer Richtung  
15 verschoben wird, die entgegengesetzt zur Abtastrichtung der Abtasteinrichtung (502) ist, weiterhin durch einen Differenzrechner (512) für die sequentielle Berechnung der Differenz zwischen dem ersten Mittelwert, der von dem ersten Mittelwertrechner (506) geliefert wird, und dem zweiten Mittelwert, der von dem zweiten Mittelwertrechner (508) geliefert wird, für jedes markierte Bildelement, weiterhin durch eine Auswahleinrichtung (514), die eine Änderung des Absolutwertes der von dem Differenzrechner  
20 (512) gelieferten Differenz in der Weise berücksichtigt, daß beim aufeinanderfolgenden Auftreten von Absolutwerten der Differenzen, die größer als ein vorgegebener Wert sind, der größte Absolutwert der aufeinanderfolgenden Differenzen festgestellt und in einem vorgegebenen Bereich, in dem sich ein Bildelement, das der Differenz mit dem größten Absolutwert zugeordnet ist, in der Mitte befindet, der erste Mittelwert für die Seite in der Nähe der Abaststartlage in Bezug auf das Bildelement ausgewählt wird, das dieser Differenz zugeordnet ist, während der  
30 zweite Mittelwert für die Seite in der Nähe der Abtastendlage ausgewählt wird, weiterhin durch einen Rechner (518)



- 1 für einen modifizierten Schwellenwert zur Berechnung eines  
modifizierten Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem  
Ausgangssignal der Auswahleinrichtung (514), und durch  
5 einen Schwellenwertrechner zur Berechnung des Schwellen-  
wertes in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten Mittel-  
wert, wodurch der Schwellenwert durch den modifizierten  
Schwellenwert modifiziert wird.
- 10 14. System nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß  
der erste und der zweite Mittelwertrechner (506, 508) so  
aufgebaut sind, daß sie den Mittelwert von Gewichtskoeff-  
fizienten berechnen, die den jeweiligen Bezugs-Bildelemen-  
ten zugeordnet sind, und daß die Gewichtskoeffizienten  
15 exponentiell entsprechend dem Abstand von dem markierten  
Bildelement abnehmen.
- 20 15. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das  
sequentiell von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden  
Abtasteinrichtung als weiße/schwarze Bildelemente ausgege-  
ben werden, gekennzeichnet durch einen Mittelwertrechner  
(604) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines  
markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der  
Dichten mehrerer Bildelemente, die an das markierte  
25 Bildelement angrenzen, durch eine Signalverschiebungsein-  
richtung (606, 608) zur Erzeugung eines abweichenden Mit-  
telwertes und eines abweichenden Bildsignals durch Ver-  
schiebung des Mittelwertes, der von dem Mittelwertrechner  
(604) geliefert wird, bzw. des Bildsignals um eine vorge-  
gebene Zahl von Bildelementen in Abtastrichtung der Abtast-  
30 einrichtung (602), durch eine Mittelwert-Auswahleinrichtung  
(610) für die Auswahl des größeren Mittelwertes und des  
größeren, abweichenden Mittelwertes Bildelement-für- Bild-  
element, und durch einen Schwellenwertrechner (612) für die  
Berechnung des Schwellenwertes auf Bildelement-Basis in  
35 Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der Mittelwert-

1

Auswahleinrichtung (610).

16. System nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß  
5 der Mittelwertrechner (604) so aufgebaut ist, daß er den Mittelwert der Gewichtungskoeffizienten berechnet, die den jeweiligen Bezugs-Bildelementen zugeordnet sind, und daß die Gewichtungskoeffizienten exponentiell entsprechend dem Abstand von dem markierten Bildelement abnehmen.

10

17. System zur Digitalisierung von Bildsignalen, die sequentiell von einer mit Bildelement auflösenden Abtasteinrichtung als weiße/schwarze Bildelemente ausgelesen werden, gekennzeichnet durch einen Mittelwertrechner (604)  
15 zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, durch einen Schwellenwertrechner (612) zur Berechnung des Schwellenwertes auf Bildelement-Basis in Abhängigkeit von dem Mittelwert, der von dem Mittelwertrechner (604) geliefert wird, durch eine Einrichtung (616)  
20 für die Verschiebung des Schwellenwertes, um den Schwellenwert relativ zu dem Bildsignal um eine vorgegebene Zahl von Bildelementen in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung (602) zu verschieben und dadurch einen abweichenden Schwellenwert zu erzeugen, und durch eine Einrichtung (618) zur Modifizierung des Schwellenwertes zur Berechnung eines modifizierten Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Schwellenwert und dem abweichenden Schwellenwert.

30

18. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als weiße/schwarze Bildsignale in Bezug auf einen vorgegebenen Schwellenwert ausgegeben werden, gekennzeichnet durch eine Bildelement-Auswahleinrichtung (706) für  
35 die Auswahl von Bildelementen in einer vorgegebenen Zahl

1 von Hauptabtastzeilen in einer vorgegebenen Folge, um  
Bildsignale zu erzeugen, die den jeweiligen Bildelementen  
zugeordnet sind, weiterhin durch einen Mittelwertrechner  
5 (708) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines  
markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der  
Dichte von Bezugs-Bildelementen, die an das markierte  
Bildelement angrenzen, in Abhängigkeit von dem Bildsignal,  
das von der Bildelement-Auswahleinrichtung (706) ausgege-  
10 ben wird, und durch einen Schwellenwertrechner (710) für  
die Berechnung eines dem markierten Bildelement zugeordne-  
ten Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert,  
wobei die Bildelemente, die nicht von der Bildelement-Aus-  
wahleinrichtung (706) ausgewählt worden sind, in Bezug  
15 auf den Schwellenwert digitalisiert werden, der einem  
markierten Bildelement in der gleichen Hauptabtastzeile  
zugeordnet ist.

19. System nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß  
20 der Mittelwertrechner (708) so aufgebaut ist, daß er den  
Mittelwert der Gewichtungskoeffizienten berechnet, die den  
jeweiligen Bezugsbildelementen zugeordnet sind, und daß  
die Gewichtungskoeffizienten exponentiell entsprechend dem  
Abstand von dem markierten Bildelement abnehmen.

25

30

35

1

Anwaltsakte 33 692

5

System zur Digitalisierung von Bildsignalen

10

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen, nämlich ein System zum "Ablesen" von Abbildungen, das trotz beliebiger Änderungen in der Unter-  
15 grunddicke einer Vorlage die Abbildungen auf einer Vorlage adäquat digitalisieren kann, und insbesondere ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen auf der Basis einzelner Bildelemente ("pixels"), wobei dieses Bildsignal durch eine Abtasteinrichtung erzeugt wird, die die Vorlage  
20 abtastet.

Bei einer Vorlage, deren Untergrund-Farbe und/oder -Dichte sich örtlich, also zwischen verschiedenen Stellen der Vorlage, ändert, wie es beispielsweise bei einer Vorlage,  
25 die durch Zusammenkleben aus einzelnen Teilen zusammengestellt worden ist, oder einer Vorlage, die aus Bilddarstellungen in Kombination mit Zeichen aufgezeichnet worden ist, oder einer farbigen Vorlage der Fall ist, liegt die wesentliche Anforderung für die Auflösung der Abbildungen dieser Vorlage in Bildelemente und die Digitalisierung  
30 der so gewonnenen Bildsignale darin, daß der Schwellenwert für die Digitalisierung in Abhängigkeit von der Farbe und der Dichte des Untergrundes der Vorlage variiert werden kann. Um diese Anforderung zu erfüllen, ist eine Einrichtung entwickelt und in der Praxis realisiert worden,  
35 die folgende Funktionsweise hat: Diese Einrichtung teilt

1 ein Dichtepegelsignal, das jedem Bildelement bzw. Bild-  
punkt ("pixel") zugeordnet ist, unter Verwendung eines  
Teilerwiderstandes in einem vorgegebenen Verhältnis; dann  
5 schickt diese Einrichtung das geteilte Signal durch einen  
Tiefpaßfilter um einen sogenannten "schwebenden" (flea-  
ting) Schwellenwert" zu erzeugen; dann wird das Dichtepe-  
gelsignal in Bezug auf den schwebenden Schwellenwert digi-  
talisiert.

10 Bei einer solchen herkömmlichen Einrichtung tritt jedoch  
das folgende Problem auf: Durch Verwendung eines zeitkon-  
stanten Elementes als Tiefpaßfilter kann diese Einrich-  
tung scharfen Änderungen in der Dichte des Untergrundes,  
15 wie sie beispielsweise an der Grenzlinie zwischen den  
einzelnen Blättern bzw. Teilen einer zusammengeklebten  
Vorlage entstehen, nicht folgen; es ist insbesondere nicht  
möglich, den Schwellenwert mit der angestrebten Genauig-  
keit einzustellen. Beispielsweise kann in einem Bereich  
20 einer Vorlage, in dem die Dichte gering ist, der schweben-  
de Schwellenwert soweit reduziert werden, daß ein Bild-  
punkt, der offensichtlich weiß ist, durch diese Verarbei-  
tung als schwarzer Bildpunkt identifiziert wird. Außerdem  
kann in einem Bereich, in dem die Dichtedifferenz zwi-  
schen dem Untergrund und einem tatsächlichen Bildpunkt  
25 (Teil einer Abbildung) klein ist, die Digitalisierung  
oft zu einem falschen Ergebnis, nämlich zu "ganz schwarz"  
oder "ganz weiß" führen. Und schließlich können Haarli-  
nien, die parallel zur Hauptabtastrichtung verlaufen,  
nicht adäquat digitalisiert werden.  
30

Es ist deshalb ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein  
System zum Ablesen von Abbildungen zu schaffen, bei dem  
die oben erwähnten Nachteile nicht auftreten.

35 Insbesondere soll ein System zum Ablesen von Abbildungen

1 vorgeschlagen werden, das scharf auf Änderungen der Dichte  
des Untergrundes einer Vorlage anspricht, indem als  
Schwellenwert ein der mittleren Dichte eines bestimmten,  
5 markierten Bildpunktes und der benachbarten Bildpunkte  
zugeordneter Wert verwendet wird (1. Ausführungsform).

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein  
System zur Digitalisierung von Bildsignalen zu schaffen,  
10 das frei von etwaigen Einflüssen der Änderungen der Unter-  
grunddichte oder der Differenz zwischen dem Untergrund und  
einem effektiven Bildpunkt ist, indem das Ergebnis der  
Digitalisierung basierend auf einer Tendenz in der Änderung  
des Dichtewertes der Bildsignale modifiziert wird (2.  
15 Ausführungsform).

Weiterhin soll ein System zur Digitalisierung von Bildsig-  
nalen geschaffen werden, das eine genaue Digitalisierung  
durch Berechnung eines Schwellenwertes durchführen kann,  
20 wobei die Mittelwerte der weißen und schwarzen Bildpunkt-  
Dichten sowie die Änderungen im Kontrast der Abbildungen  
berücksichtigt werden (3. Ausführungsform).

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein  
System zur Digitalisierung von Bildsignalen zu schaffen,  
25 das die Fehler bzw. die Störungen bei der Digitalisierung  
der Bereiche von Abbildungen eliminieren kann, in denen die  
Dichte sehr hoch oder sehr niedrig ist; dies erfolgt  
dadurch, daß die Schwellenwerte auf einen bestimmten Be-  
reich begrenzt werden, der durch obere und untere Grenzwert-  
30 te definiert wird (4. Ausführungsform).

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein  
System zur Digitalisierung von Bildsignalen zu schaffen,  
das sogar die Bildsignale in entsprechender Weise digitali-  
35 sieren kann, die einem Bereich mit scharf variierender



1

Dichte zugeordnet sind; dabei wird ein Schwellenwert auf der Basis der mittleren Dichte von Bildpunkten in Vorwärts- und in Rückwärts-Richtung sowie die Differenzen zwischen den Mittelwerten an den jeweiligen Bildpunkten unter Verwendung der Charakteristik des Systems berechnet (5. Ausführungsform).

Weiterhin soll ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen vorgeschlagen werden, das die Bildsignale optimal digitalisieren kann, die den Bereichen zugeordnet sind, in denen sich die Dichte stark ändert, wie beispielsweise einem Bereich, in dem die Dichte scharf zunimmt; dabei wird ein Schwellenwert, basierend auf der mittleren Dichte der Bildpunkte berechnet und dieser Schwellenwert durch einen verschobenen oder abweichenden Schwellenwert modifiziert, der von dem erwähnten Schwellenwert um eine vorgegebene Zahl von Bildpunkten in einer Richtung versetzt ist, die entgegengesetzt zur Abtastrichtung verläuft (6. Ausführungsform).

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen zu schaffen, das die Bildsignale in geeigneter Weise digitalisieren kann, die die Bereiche darstellen, in denen sich die Dichte scharf ändert; außerdem sollen sogar Haarlinien einwandfrei digitalisiert werden; zu diesem Zweck werden Bildpunkte auf mehreren Abtastzeilen sequentiell ausgewählt, um ihren Mittelwert zu erhalten. Dadurch kann eine Dichte-Verteilung der Bildpunkte in einem begrenzten, planaren bzw. ebenen Bereich berechnet werden; schließlich wird ein Schwellenwert auf der Basis der so erzeugten Dichteverteilung berechnet (7. Ausführungsform).

Und schließlich soll ein allgemein verbessertes System zur Digitalisierung von Bildsignalen vorgeschlagen werden.

1 Dies wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden  
Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale erreicht.

5 Zweckmäßige Ausführungsformen werden durch die weiteren  
Ansprüche definiert.

Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein  
System zur Digitalisierung eines von einer Abtasteinrich-  
10 tung abgelesenen Bildsignals geschaffen, das einen Mittel-  
wertrechner zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte  
eines bestimmten, markierten, zu digitalisierenden Bildele-  
mentes und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente, die  
an das markierte Bildelement angrenzen, sowie einen Schwel-  
15 lenwertrechner zur Berechnung des Schwellenwertes auf-  
weist, der das Ergebnis der Berechnung durch den Mittel-  
wertrechner einer vorgegebenen Operation unterwirft, wobei  
das markierte Bildelement in Bezug auf den Schwellenwert  
digitalisiert wird.

20 Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung  
wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals  
vorgeschlagen, das durch eine mit Bildelement-Auflösung  
arbeitende Abtasteinrichtung als weißes/schwarzes Bildele-  
25 ment ausgelesen wird, indem das Bildsignal in ein digita-  
les Dichtesignal mit einer vorgegebenen Zahl von Bits  
umgewandelt und der Dichte des Bildsignals zugeordnet  
wird. Das Dichtesignal wird mit einem vorgegebenen Schwel-  
lenwert verglichen. Dieses System weist eine Schaltungsan-  
30 ordnung zur Anbringung eines Zwangssignals auf, das von  
mehreren, aufeinanderfolgenden Bildelementen mit Dichte-  
signalen, die sich monoton in Abtastrichtung ändern, das  
Bildelement mit der niedrigsten Dichte als weißes Bildele-  
ment ansieht, sowie ein Zwangssignal aufzubringen, das  
35 ein Bildelement aus einer vorgegebenen Zahl von Bildelemen-  
ten mit der höchsten Dichte als schwarzes Bildelement

1 ansieht; eine Schaltungsanordnung zur Änderung dieses  
Zwangssignals entfernt die verschiedenen Zwangssignale,  
die dem gleichen Bildelement zugeordnet sind; eine Schal-  
5 tungsanordnung zur Erweiterung des Zwangssignals prägt  
unter den Bildelementen, die die gleiche Dichte wie die  
unmittelbar vorhergehenden Bildelemente haben und nicht  
von Zwangssignalen begleitet werden, dem Bildelement,  
das als nächstes bei einem von einem Zwangssignal beglei-  
10 teten Bildelement liegt, ein Zwangssignal auf, das identisch  
mit dem Zwangssignal des Bildelementes ist; eine Schal-  
tungsanordnung zur Änderung der Erweiterung des Zwangssig-  
nals entfernt schließlich die verschiedenen Zwangssignale,  
die dem gleichen Bildelement aufgeprägt sind, das die  
15 gleiche Dichte wie das unmittelbar vorhergehende Bildele-  
ment hat, wodurch bei einem von einem Zwangssignal beglei-  
teten Bildelement das Ergebnis der mit einem vorher ausge-  
wählten Schwellenwert durchgeführten Digitalisierung in  
Abhängigkeit von dem Zwangssignal geändert wird, während  
20 ein Bereich zwischen den von den gleichen Zwangssignalen  
begleiteten Bildelementen auf das gleiche Ergebnis der  
Digitalisierung wie diese Bildelemente geändert wird.

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung  
25 wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals  
geschaffen, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbei-  
tenden Abtasteinrichtung als schwarzes/weißes Bildelement  
ausgelesen wird, indem das Bildssignal mit einem vorgegebe-  
nen Schwellenwert verglichen wird. Dieses System weist  
30 einen Mittelwertrechner für die Berechnung der Dichte  
eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und  
der Dichte mehrerer Bezugs-Bildelemente auf, die an das  
markierte Bildelement angrenzen. Eine erste Digitalisier-  
einrichtung digitalisiert das markierte Bildelement in  
35 Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnung des Schwel-  
lenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert, der durch

- 1 den Mittelwertrechner geliefert wird. Ein Mittelwertrechner für weiße Bildelemente berechnet den Mittelwert der Dichten der markierten Bildelemente, die von der ersten  
5 Digitalisiereinrichtung als weiße Bildelemente identifiziert werden; ein Rechner für modifizierte Schwellenwerte berechnet einen modifizierten Schwellenwert in Abhängigkeit von dem Mittelwert für die weißen Bildelemente, der von dem Mittelwertrechner für die weißen Bildelemente  
10 geliefert worden ist, und in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten; eine zweite Digitalisiereinrichtung digitalisiert ein markiertes Bildelement in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.
- 15 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals vorgeschlagen, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung geschaffen wird, indem das Bildsignal mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen  
20 wird. Dieses System weist einen Mittelwertrechner für die Berechnung eines Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten mehrerer, aufeinanderfolgender Bildelemente auf, die an das markierte Bildelement angrenzen; eine erste Digitali-  
25 siereinrichtung digitalisiert das markierte Bildelement in Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnen des Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten, der von dem Mittelwertrechner geliefert worden ist; ein Mittelwertrechner für schwarze Bildelemente berechnet den schwarzen Mittelwert der Dichten der markier-  
30 ten Bildelemente, die durch die erste Digitalisiereinrichtung als schwarze Bildelemente identifiziert werden; ein Rechner für modifizierte Schwellenwerte berechnet einen modifizierten Schwellenwert in Abhängigkeit von dem Mittelwert für schwarze Bildelemente, der von dem Mittelwert-  
35 rechner für die schwarzen Bildelemente geliefert worden ist, und des Mittelwertes der Dichten; eine zweite Digita-

1

lisiereinrichtung digitalisiert ein markiertes Bildelement in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.

- 5 Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals vorgeschlagen, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarzes/weißes Bildelement ausgelesen wird, indem das Bildsignal mit einem vorge-
- 10 gebenen Schwellenwert verglichen wird. Dieses System weist einen Mittelwertrechner für die Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente auf, die an das markierte Bildelement angrenzen; eine
- 15 erste Digitalisiereinrichtung digitalisiert ein markiertes Bildelement in Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnung des Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten, der von dem Mittelwertrechner geliefert worden ist. Ein Mittelwertrechner für weiße Bildelemente
- 20 berechnet den Mittelwert der Dichten der markierten Bildelemente, die von der ersten Digitalisiereinrichtung als weiße Bildelemente identifiziert werden; ein Mittelwertrechner für schwarze Bildelemente berechnet den Mittelwert der Dichten der markierten Bildelemente, die von der er-
- 25 sten Digitalisiereinrichtung als schwarze Bildelemente identifiziert werden; ein Kontrastrechner berechnet den Kontrast einer Abbildung im Bereich des markierten Bildelementes, also rund um das markierte Bildelement, in Abhängigkeit von der Mittelwert für die weißen Bildelemente,
- 30 der von dem Mittelwertrechner für die weißen Bildelemente geliefert worden ist, und in Abhängigkeit von dem Mittelwert für die schwarzen Bildelemente, der von dem Mittelwertrechner für die schwarzen Bildelemente geliefert worden ist; ein Schwellenwertrechner berechnet einen modifi-
- 35 zierten Schwellenwert in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten und in Abhängigkeit von dem Kontrast; eine



1

zweite Digitalisiereinrichtung digitalisiert ein markiertes Bildelement in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.

5

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals geschaffen, das von einer Abtasteinrichtung ausgelesen wird; dieses System weist einen Mittelwertrechner zur  
10 Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und mehrere Bezugs-Elemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, einen Schwellenwertrechner für die Berechnung eines Schwellenwertes, indem das Ergebnis der Berechnung des Mittelwertrech-  
15 ners einer vorgegebenen Operation unterworfen wird, sowie eine Schaltungsanordnung zur Modifizierung des Schwellenwertes auf, die den von dem Schwellenwertrechner gelieferten Schwellenwert in einem vorgegebenen Bereich modifiziert.

20

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen vorgeschlagen, die sequentiell, also nacheinander, von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung  
25 als schwarze/weiße Bildelemente ausgegeben werden; dieses System weist einen ersten Mittelwertrechner für die sequentielle Berechnung eines Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente auf, die an das mar-  
30 kierte Bildelement angrenzen, während das markierte Bildelement in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung verschoben wird; ein zweiter Mittelwertrechner berechnet sequentiell den Mittelwert der Dichten der markierten und Bezugs-Bildelemente, während das markierte Bildelement in einer Rich-  
35 tung verschoben wird, die entgegengesetzt zur Abtastrichtung der Abtasteinrichtung verläuft; ein Differenzrechner



- 20 -

. 20 .

1

berechnet sequentiell für jedes markierte Bildelement die Differenz zwischen dem ersten Mittelwert, der von dem ersten Mittelwertrechner geliefert worden ist, und dem zweiten Mittelwert, der von dem zweiten Mittelwertrechner geliefert worden ist. Eine Auswahleinrichtung ist so aufgebaut, daß sie eine Änderung des Absolutwertes der von dem Differenzrechner gelieferten Differenz in folgender Weise berücksichtigt: Wenn nacheinander Absolutwerte von Differenzen auftreten, die größer als ein vorgegebener Wert sind, wird der größte der Absolutwerte der aufeinanderfolgen Differenzen festgestellt; in einem vorgegebenen Bereich, in dem sich ein der Differenz mit dem größten Absolutwert zugeordnetes Bildelement in der Mitte befindet, wird der erste Mittelwert für eine Seite neben der Abtaststartlage in Bezug auf das Bildelement ausgewählt, das der Differenz zugeordnet ist, während der zweite Mittelwert für eine Seite ausgewählt wird, die der Abtastendlage benachbart ist; ein Rechner für modifizierte Schwellenwerte berechnet einen modifizierten Schwellenwert in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der Auswahleinrichtung bzw. des Selektors; schließlich berechnet ein Schwellenwertrechner einen Schwellenwert in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten Mittelwert, wodurch der Schwellenwert durch den modifizierten Schwellenwert modifiziert wird.

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals geschaffen, das sequentiell von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarze/weiße Bildelemente ausgelesen wird ; dieses System weist einen Mittelwertrechner für die Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente auf, die an das markierte Bildelement angrenzen; eine Schal-

1

tungsanordnung zur Verschiebung eines Signals erzeugt einen abweichenden Mittelwert und ein abweichendes Bildsignal, indem der von dem Mittelwertrechner bzw. das Bildsignal in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung, eine vorgegebene Zahl von Bildelementen verschoben werden; eine Mittelwert-Auswahleinrichtung wählt Bildelement-für-Bildelement den größeren Mittelwert und den abweichenden Mittelwert aus; ein Schwellenwertrechner berechnet schließlich den Schwellenwert auf der Basis der einzelnen Bildelemente in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der Mittelwert-Auswahleinrichtung.

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen vorgeschlagen, die sequentiell von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarze/weiße Bildelemente identifiziert und ausgegeben werden; dieses System weist einen Mittelwertrechner für die Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente auf, die an das markierte Bildelement angrenzen; ein Schwellenwertrechner berechnet den Schwellenwert in Abhängigkeit von dem Mittelwert, der auf Bildelement-Basis von dem Mittelwertrechner geliefert worden ist; eine Schaltungsanordnung zur Verschiebung des Schwellenwertes verschiebt den Schwellenwert relativ zu dem Bildsignal in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung um eine vorgegebene Zahl von Bildelementen, um einen abweichenden Schwellenwert zu liefern; eine Schaltungsanordnung zur Modifizierung des Schwellenwertes berechnet einen modifizierten Schwellenwert in Abhängigkeit von dem Schwellenwert und dem abweichenden Schwellenwert.

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird schließlich ein System zur Digitalisierung eines

1 Bildsignals vorgeschlagen, das von einer mit Bildelement-  
Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarze/weiße  
Bildelemente in Bezug auf einen vorgegebenen Schwellenwert  
5 ausgegeben werden. Dieses System weist eine Bildelement-  
Auswahleinrichtung auf, die die Bildelemente auf einer  
vorgegebenen Zahl von Hauptabtastzeilen in einer vorgegeben-  
nen Folge auswählt, um Bildsignale zu erzeugen, die den  
jeweiligen Bildelementen zugeordnet sind; ein Mittelwert-  
10 rechner berechnet den Mittelwert der Dichte eines markier-  
ten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten  
von Bezugs-Bildelementen, die an das markierte Bildelement  
angrenzen, und zwar in Abhängigkeit von einem Bildsignal,  
das von der Bildelement-Auswahleinrichtung ausgegeben  
15 worden ist; ein Schwellenwertrechner berechnet den Schwel-  
lenwert, der dem markierten Bildelement zugeordnet ist,  
in Abhängigkeit von dem Mittelwert; die Bildelemente,  
die von der Bildelement-Auswahleinrichtung nicht ausge-  
wählt worden sind, werden in Bezug auf den Schwellenwert  
20 digitalisiert, der dem markierten Bildelement auf der  
gleichen Hauptabtastzeile zugeordnet ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbei-  
spielen unter Bezugnahme auf die beiliegenden, schemati-  
25 schen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 bis 5 eine erste Ausführungsform eines Systems  
30 zur Digitalisierung von Bildsignalen  
nach der vorliegenden Erfindung, wobei im  
einzelnen darstellen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht des Grundprinzips  
35 der ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine graphische Darstellung von Beispielen

- 1  
für die Wichtungs-Koeffizienten,
- 5 Fig. 3 ein Diagramm einer Technik zur Behandlung eines markierten Bildelementes, das sich an der Abtaststartlage befindet,
- Fig. 4 ein Blockdiagramm des Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen, und  
10
- Fig. 5 ein Blockdiagramm einer speziellen Ausführungsform des Mittelwertrechners,
- 15 Fig. 6 bis 9 eine zweite Ausführungsform eines Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung, wobei im einzelnen darstellen:
- 20 Fig. 6 ein Blockdiagramm des Systems,
- Fig. 7 und 8 schematische Ansichten zur Beschreibung der Funktionsweise eines wesentlichen Teils des Systems nach Fig. 6,
- 25 Fig. 9A eine Wellenform, die die Dichteänderung einer Vorlage auf einer Abtastzeile darstellt,
- Fig. 9B eine Wellenform, bei der es sich um die digitalisierte Version der Wellenform nach Fig. 9A handelt,  
30
- Fig. 9C die Wellenform der Ausgangssignale einer Digitalisierschaltung,
- 35 Fig. 9D eine Wellenform, die ein Beispiel für die Zwangssignale darstellt,

- 1  
Fig. 9E eine Wellenform, die die Ausgangssignale einer Modifizierschaltung darstellt,
- 5 Fig. 10 bis 16 eine dritte Ausführungsform eines Systems nach der vorliegenden Erfindung, wobei im einzelnen darstellen:
- Fig. 10 ein Blockdiagramm des Systems,
- 10  
Fig. 11A Wellenformen, die Beispiele für Schwellenwerte darstellen, die aus den Dichtesignale und nur durch die Mittelwerte für alle Bildelemente gewonnen werden,
- 15  
Fig. 11B eine Wellenform, die Beispiele für Ausgangssignale einer Digitalisierschaltung darstellen,
- 20  
Fig. 11C Wellenformen, die Beispiele für Dichtesignale und verschiedene Mittelwerte darstellen,
- Fig. 12A Wellenformen, die Beispiele für Schwellenwerte darstellen, die durch die Mittelwerte für alle Bildelemente und die Mittelwerte für weiße Bildelemente zusammen mit Dichtesignalen gewonnen werden,
- 25  
Fig. 12B eine Wellenform, die ein Beispiel eines digitalen Signals darstellt,
- 30  
Fig. 13 ein Blockdiagramm einer alternativen Konstruktion gemäß der dritten Ausführungsform,
- Fig. 14A eine Wellenform, die Beispiele für Schwellenwerte darstellt, die aus den Mittelwerten für alle Bildelemente und den Mittelwerten
- 35

1

für schwarze Bildelemente zusammen mit den Dichtesignalen gewonnen werden,

5 Fig. 14B

eine Wellenform, die ein Beispiel für ein digitales Signal darstellt,

Fig. 5

ein Blockdiagramm einer weiteren, alternativen Konstruktion des Systems nach der dritten Ausführungsform,

10

Fig. 16A

eine Wellenform, die Beispielswerte für den Kontrast der Abbildungen darstellt,

15 Fig. 16B

Wellenformen, die Beispiele für Schwellenwerte darstellen, die aus den Mittelwerten für alle Bildelemente und dem Kontrast zusammen mit den Dichtesignalen gewonnen werden,

20 Fig. 16C

eine Wellenform, die ein Beispiel für ein digitales Signal darstellt,

Fig. 17 und 18 eine vierte Ausführungsform eines Systems nach der vorliegenden Erfindung, wobei im Detail darstellen:

25

Fig. 17

ein Blockdiagramm des Systems nach der vierten Ausführungsform,

30 Fig. 18

Wellenformen, die Beispiele für die Dichtesignale, die Schwellenwerte und die modifizierten Schwellenwerte darstellen,

Fig. 19 und 20 eine fünfte Ausführungsform eines Systems nach der vorliegenden Erfindung, wobei im Detail darstellen:

35



- 1  
Fig. 19 ein Blockdiagramm des Systems nach der fünften Ausführungsform,
- 5 Fig. 20A Wellenformen, die Beispiele für die Mittelwerte in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung zusammen mit einem Dichtesignal darstellen,
- Fig. 20B Wellenformen, die Beispiele für Dichtesignale und modifizierte Schwellenwerte darstellen,  
10
- Fig. 21 bis 24 eine sechste Ausführungsform des Systems nach der vorliegenden Erfindung, wobei im Detail darstellen:
- 15  
Fig. 21 ein Blockdiagramm des Systems nach der sechsten Ausführungsform,
- Fig. 22A Wellenformen, die Beispiele für Dichtesignale und Mittelwerte darstellen,  
20
- Fig. 22B Wellenformen, die Beispiele für Mittelwerte, abweichende Mittelwerte und abweichende Dichtesignale darstellen,
- 25  
Fig. 22C Wellenformen, die Beispiele für die modifizierten Mittelwerte und Dichtesignale darstellen,
- 30 Fig. 23 ein Blockdiagramm eines alternativen Aufbaus des Systems nach der sechsten Ausführungsform,
- Fig. 24A Wellenformen, die Beispiele für die Dichtesignale und die Schwellenwerte darstellen,
- 35  
Fig. 24B Wellenformen, die Beispiele für die Dichtesignale, die Schwellenwerte und die abweichenden Schwellenwerte darstellen,

- 1  
Fig. 24C Wellenformen, die Beispiele für die modifizierten Schwellenwerte und Dichtesignale darstellen,
- 5  
Fig. 25 bis 28 eine siebte Ausführungsform des Systems nach der vorliegenden Erfindung, wobei im Detail darstellen:
- 10 Fig. 25 ein Blockdiagramm des Systems nach der siebten Ausführungsform,
- Fig. 26 eine Vorderansicht eines Beispiels für die Technik, nach der die Bildelemente ausgewählt werden,
- 15  
Fig. 27 eine ähnliche Ansicht wie Fig. 26, wobei jedoch eine andere Technik für die Bildelement-Auswahl dargestellt ist, und
- 20  
Fig. 28 ein Diagramm, das eine weitere Technik für die Bildelement-Auswahl darstellt.

Obwohl das System zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung in verschiedenen, konkreten Ausführungsformen realisiert werden kann, und zwar in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen und den Anforderungen der Praxis, ist ein großer Teil der hier dargestellten und beschriebenen Ausführungsformen hergestellt, getestet und eingesetzt worden; alle Ausführungsformen haben zufriedenstellend gearbeitet.

25  
30

Im folgenden wird auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen, die sieben verschiedene Ausführungsformen des Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung darstellen.

35

1

I) Erste Ausführungsform

Allgemein gesprochen wird in Bezug auf die Dichte ein  
5 markiertes bzw. bestimmtes, ausgewähltes Bildelement (Pixel), das digitalisiert werden soll, mit den Bezugs-Bildelementen korreliert, die sich in der Nähe des markierten Bildelementes befinden; ein Bezugs-Bildelement, das näher  
10 bei dem markierten Bildelement liegt, steht in einer engeren Beziehung zu dem markierten Bildelement als die anderen Bildelemente, d.h., sie haben in Bezug auf die Dichte eine engere Korrelation. Unter Ausnutzung dieser Beziehung wird mit der ersten Ausführungsform ein Verfahren zur  
Berechnung eines Schwellenwertes für die Digitalisierung  
15 eines markierten Bildelementes vorgeschlagen, bei dem die inherente Natur der Dichteverteilung der Abbildungen ausgenutzt wird.

Im Detail werden hierbei Gewichts- bzw. Einfluß-Koeffizien-  
20 ten, die exponentiell mit einer Erhöhung des Abstandes von einem markierten Bildelement abnehmen, den jeweiligen Bezugs-Bildelementen entsprechend ihren Abständen zugeordnet; dann wird ein gewichteter Mittelwert berechnet, und schließlich wird eine vorgegebene Berechnung (beispielswei-  
25 se eine Multiplikation mit einer Konstanten) mit dem gewichteten Mittelwert durchgeführt, um einen Schwellenwert für die Digitalisierung des markierten Bildelementes zu erhalten. Dadurch spiegelt der Schwellenwert die Dichteverteilung in der Nähe des markierten Bildelementes besser  
30 wieder, so daß das markierte Bildelement optimal digitalisiert werden kann.

Bei der Darstellung einer bestimmten, abzutastenden und zu digitalisierenden Zeile einer Vorlage nach Fig. 1 soll  
35 angenommen werden, daß ein markiertes Bildelement  $B_0$  eine Dichte  $X_0$  hat, während ein Bezugs-Bildelemente  $P_i$ , das

1

sich im Abstand  $i$  (positive ganze Zahl) von dem markierten Bildelement  $P_0$  befindet, eine Dichte  $X_i$  hat. Außerdem soll angenommen werden, daß der Wichtungskoeffizient des Bezugs-Bildelementes  $P_i$  als eine Exponentialfunktion  $C_{mi} = m^i$  ( $0 < m < 1$ ) ausgedrückt wird, die mit einer Erhöhung des Abstandes  $i$  von dem markierten Bildelement  $P_0$  abnimmt, wie sich aus der Kurvendarstellung dieser Exponentialfunktion in Fig. 2 ergibt. Deshalb läßt sich ein gewichteter Mittelwert  $M_w$  für das markierte Bildelement  $P_0$ , der dem markierten Bildelement und den Bezugsbildelementen  $P_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) zugeordnet ist, durch die folgende Gleichung ausdrücken:

$$M_w = \frac{X_0 + mX_1 + m^2X_2 + \dots + m^nX_n}{1 + m + m^2 + \dots + m^n} \quad \text{Gl. (1)}$$

Modifizieren der Gl. (1) ergibt:

$$M_w = \frac{1-m}{1-m^{n+1}} X_0 + m M_w' + \frac{1-m}{1-m^{n+1}} m^n X_{n+1} \quad \text{Gl. (2)}$$

dabei ist  $M_w'$  der gewichtete Mittelwert in Bezug auf ein markiertes Bildelement  $P_1$ , der dem markierten Bildelement  $P_1$  und den Bezugs-Bildelementen  $P_i$  ( $i = 2, 3, \dots, n+1$ ) zugeordnet ist.

Nimmt man an, daß  $m^n \approx 0$  ist, dann ergibt sich:

$$M_w = (1 - m) X_0 + m M_w' \quad \text{Gl. (3)}$$

30

Auf diese Weise kann der gewichtete Mittelwert  $M_w$  durch seine Beziehung mit einem gewichteten Mittelwert  $M_w'$  ausgedrückt werden, der sich dann ergibt, wenn das unmittelbar vorhergehende Bezugs-Bildelement das markierte Bildelement war. Aufgrund der Natur der Gleichung (3) ist es möglich, nacheinander bzw. sequentiell gewichtete Mit-

35

1

. 30 .

telwerte zu erhalten, die den jeweiligen markierten Bildelementen zugeordnet sind, indem das folgende Verfahren wiederholt ausgeführt wird: Wenn das markierte Bildelement Po um ein Bildelement in Abtastrichtung verschoben worden ist, wird der gewichtete Mittelwert Mw, der kurz zuvor berechnet worden ist, für den gewichteten Mittelwert Mw' nach Gl. (3) eingesetzt, um einen neuen gewichteten Mittelwert Mw zu bilden. Führt man eine vorgegebene Rechnung an dem sich ergebenden, gewichteten Mittelwert durch, so ergibt sich ein Schwellenwert für die Digitalisierung.

Wenn nach diesem Prinzip ein geeigneter Wert für den gewichteten Mittelwert Mw' ausgewählt worden ist, der für die Ausführung der Gl. (3) erforderlich ist, wenn sich das markierte Bildelement Po in der Abtast-Startlage befindet (beispielsweise ein Zwischenwert für die Dichtepegel), kann eine auf Gl. (3) basierende Operation ausgeführt werden, wenn das markierte Bildelement sequentiell in Abtastrichtung verschoben wird; es ergeben sich dadurch gewichtete Mittelwerte Mw für die Berechnung von Schwellenwerten in Bezug auf alle Bildelemente in einer Abtastzeile.

Im oben beschriebenen Fall kann der ursprünglich eingesetzte Wert für die gewichteten Mittelwerte nicht einer tatsächlichen Dichte-Bedingung entsprechen. Trotzdem wird die wiederholte Ausführung von Gl. (3) im Verlauf der Berechnungen dem gewichteten Mittelwert in Übereinstimmung mit der tatsächlichen Dichtebedingung bringen. Insbesondere wird eine kleinere Grundzahl bzw. Radix m des Wichtungskoeffizienten den Einfluß eines Bezugs-Bildelementes erhöhen, das sich nahe bei einem markierten Bildelement befindet; dadurch wird der gewichtete Mittelwert schneller in Übereinstimmung mit der tatsächlichen Dichtebedingung gebracht.

1 Fig. 4 zeigt einen Bildleser oder ein System zur Digitali-  
sierung von Bildsignalen entsprechend dieser bestimmten  
Ausführungsform; dieser Bildleser ist allgemein durch  
5 das Bezugszeichen 100 angedeutet und enthält eine Abtast-  
einrichtung 102, die eine Vorlage 104 optisch abtastet,  
um Bildsignale Av zu entwickeln, die den Dichten der jewei-  
ligen Bildelemente zugeordnet sind. Ein Analog/Digital-  
Wandler 106 (A/D-Wandler) ist mit einem Ausgang der Abtast-  
10 einrichtung 202 verbunden, um die ankommenden analogen  
Videosignale Av in entsprechende digitale 4-Bit-Bildsigna-  
le Dv umzuwandeln, die dann auf einen Mittelwertrechner  
108 und eine Verzögerungsschaltung 110 gegeben werden.  
Der Mittelwertrechner 108 führt die Gl. (3) basierend  
15 auf den eingegebenen Daten Dv aus, um so gewichtete Mittel-  
wertdaten Dm zu erzeugen und sie einem Schwellenrechner  
112 zuzuführen. Aus dem oben beschriebenen Grund wird  
die Operation an den anfänglichen Daten Dv für eine Abtast-  
zeile unter Verwendung eines anfänglichen Mittelwertes  
20 ausgeführt.

Der Schwellenwertrechner 112 führt, basierend auf den  
eingegebenen Mittelwertdaten Dm, eine vorgegebene Opera-  
tion aus, um den Schwellenwert SL zu berechnen und diesen  
25 Schwellenwert einem der Eingänge eines Komparators 114  
als Bezugswert zuzuführen. In der Zwischenzeit bzw. gleich-  
zeitig verzögert die Verzögerungsschaltung 110 die einge-  
gebenen Daten Dv um eine Zeitspanne, die die Summe der  
Berechnungszeit ist, die der Mittelwertrechner 108 und  
30 der Schwellenwertrechner 112 benötigen; das Ausgangssig-  
nal der Verzögerungsschaltung 110 wird an den anderen  
Eingang des Komparators 114 angelegt. Wenn die Daten Dv  
größer als der Schwellenwert SL sind, wird das betreffende  
Bildelement als "schwarzes Bildelement" angesehen, d.h.,  
35 das Ausgangssignal Db des Komparators 114 ist eine logi-  
sche "1". Wenn die Daten Dv kleiner als der Schwellenwert



1

. 32 .

SL sind, wird das entsprechende Bildelement als "weißes Bildelement" angesehen, so daß das Signal Db eine logische "0" ist. Das Signal Db wird einer Bildverarbeitungseinrichtung (nicht dargestellt) zugeführt, die sich in der folgenden Stufe befindet.

Fig. 5 zeigt ein Beispiel für den Aufbau des Mittelwertrechners 108. In diesem speziellen Beispiel ist  $m = 15/16$ .  
 10 Dann läßt sich Gl. (3) wie folgt umschreiben:

$$M_w = \frac{X_o}{16} + (M_w' - \frac{M_w'}{16})$$

Obwohl es sich gemäß der obigen Beschreibung bei den Daten  
 15 Dv und den Mittelwertdaten Dm um ein digitales 4-Bit-Signal handelt, werden sie in der praktischen Operation als 8-Bit-Signal behandelt, um acht effektive Ziffern zu liefern. In einem solchen Fall werden die Daten ausgehend von der rechten Seite aus angeordnet, so daß die am meisten signifikanten Bits (MBS = most significant bits)  
 20 ausgerichtet werden können. Bei dem Mittelwertrechner 108 nach Fig. 5 empfängt eine Auswahleinrichtung 116 die Ausgangsdaten Dmo einer Einstelleinrichtung 118 für den anfänglichen Mittelwert und ein Ausgangssignal einer Verriegelungsschaltung 120, die die Daten Dma speichern kann,  
 25 die dem gewichteten Mittelwert Mw' zugeordnet sind. Am Beginn einer Abtastzeile erzeugt ein Zeitgenerator 122 ein Schaltsignal SS, so daß die Auswahleinrichtung 116 die Daten Dmo auswählt, die seinem Eingang A zugeführt  
 30 werden, und die entsprechenden Daten an seinem Ausgang Y abgibt.

Die oberen vier Bits der Daten, die an dem Ausgang Y der Auswahleinrichtung 116 erscheinen, werden auf einen Eingang A einer arithmetischen Logikeinheit (ALU = arithmetic logic unit) 124 und einen Eingang B einer zweiten ALU

- 1  
126 gegeben, während die niedrigeren vier Bits der Daten einem Eingang A der ALU 126 zugeführt werden. Die ALU 126 subtrahiert die von dem Eingang B kommenden Daten  
5 von den Daten, die durch den Eingang A eintreffen ( $A + \bar{B} + 1$ ), wobei das Ergebnis einem Eingang A eines Addiergliedes 128 und das Übertragsausgangssignal der ALU 124 zugeführt werden. Wenn das Übertrageingangssignal aktiv ist, führt die ALU 124 einem Eingang A eines Addiergliedes  
10 130 die Daten zu, die durch den Eingang A eintreffen; ist der Übertrag nicht aktiv, führt die ALU 124 Daten zu, die durch Subtraktion der Ziffer 1 (eins) von den Daten erzeugt werden, die durch den Eingang A eintreffen.
- 15 Die ALUs 124 und 126 führen also eine Operation ( $Mw' - \frac{Mw'}{16}$ ) aus; die oberen vier Bits des Ergebnisses dieser Operation werden dem Addierglied 130 und die niedrigeren bzw. unteren vier Bits dem Addierglied 128 zugeführt.
- 20 Der Eingang B des Addiergliedes 130 empfängt die Daten "Null" und der Eingang B des Addiergliedes 128 die Daten  $Dv$ , nämlich das Ausgangssignal des AD Wandlers 106. Die Addierglieder 130 und 128 bilden also Daten, die die Summe des Eingangssignals und  $Xo$  darstellen und führen diese  
25 Daten der Verriegelungsschaltung 120 zu. Die gleichen Daten, wie die, die der Verriegelungsschaltung 120 zugeführt werden, werden auch an den Schwellenwertrechner 112 als gewichtete Mittelwert-Daten  $Dm$  angelegt. Wenn der logische Pegel eines Verriegelungssignals  $PL$  das von  
30 dem Zeitgenerator 122 an die Verriegelungsschaltung 120 angelegt wird, "H" wird, holt die Verriegelungsschaltung 120 die angegebenen Daten, um den gewichteten Mittelwert  $Mw'$  für das nächste Bildelement zu speichern.
- 35 Der Zeitgenerator 122 steuert die logischen Pegel der Signale  $SS$  und  $PL$  sowie die Operations-Zeitpunkte bzw.-

1 Zeitabläufe der ALU 124 und der ALU 126 in Abhängigkeit  
von verschiedenen Zeitsignalen (nicht dargestellt), die  
von der Abtasteinrichtung 102 und dem AD Wandler 106 ange-  
5 legt werden.

Wie oben beschrieben wurde, lassen sich die gewichteten  
Mittelwerte mittels einer relativ einfachen Schaltung  
berechnen.

10 Es wird darauf hingewiesen, daß der Wert für  $m$  nicht auf  
15/16 beschränkt ist. Wie bereits oben erwähnt wurde,  
wurde ein kleinerer Wert für  $m$  die Zahl der effektiven  
Bezugs-Bildelemente reduzieren. Allgemein gesprochen würde  
15 jedoch die Auswahl eines Wertes für  $m$ , der sich durch  
die Gleichung  $\{(2^n - 1) / 2^n\}$  darstellen läßt, den Schal-  
tungsaufbau vereinfachen und die Rechengeschwindigkeit  
erhöhen.

20 Die bisher beschriebene Einrichtung läßt sich ohne Proble-  
me mittels eines Mikrocomputers realisieren. Bei Bedarf  
können die Schwellenwerte, die den jeweiligen Bildelemen-  
ten in einer Abtastzeile zugeordnet sind, gespeichert  
und für verschiedene, aufeinanderfolgende Zeilen verwendet  
25 werden. Obwohl bei der obigen Ausführungsform eine digita-  
le Schaltung für die Berechnung des Schwellenwertes verwen-  
det wird, kann die beschriebene Schaltung auch durch eine  
analoge Schaltung ersetzt werden.

30 Die beschriebene und dargestellte erste Ausführungsform  
des Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen nach  
der vorliegenden Erfindung ist so aufgebaut, daß sie den  
für die Digitalisierung dienenden Schwellenwert basierend  
auf den Mittelwert der Dichten von verschiedenen Bildele-  
35 menten berechnet; dieses System kann also sogar dann eine  
genaue Digitalisierung der Abbildungen auf einer Vorlage

1 ausführen, wenn sich die Untergrunddicke der Vorlage  
örtlich scharf ändert, wie es bspw. dann der Fall ist,  
wenn eine Vorlage aus verschiedenen, zusammengeklebten  
5 Blättern hergestellt wurde.

## II) Zweite Ausführungsform

In Fig. 6 ist eine zweite Ausführungsform eines Systems  
zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden  
Erfindung dargestellt; diese Ausführungsform ist allgemein  
10 durch das Bezugszeichen 200 angedeutet. Das System 200  
weist eine Abtasteinrichtung 202 auf, die digitale Dichte-  
signale  $D_d$  erzeugt; diese Dichtesignale bestehen jeweils  
aus einer vorgegebenen Zahl von Bits und entsprechen der  
Dichte eines Bildelementes. Die digitalen Dichtesignale  
15  $D_d$  werden an einen Puffer 204, einen Dichtekomperator  
206 und eine Digitalisierschaltung 208 angelegt. Der Puf-  
fer 204 hat eine solche Kapazität, daß er das Dichtesignal  
für ein Bildelement aufnehmen kann; der Puffer 204 spricht  
auf jedes Dichtesignal  $D_d$  an, indem er das Dichtesignal  
20  $D_d'$ , das dem unmittelbar vorhergehenden Bildelement zuge-  
ordnet ist, dem Dichtekomperator 206 zuführt. Der Kompera-  
tor 206 vergleicht die beiden Dichtesignale  $D_d$  und  $D_d'$   
und erzeugt einen Code U für eine Erhöhung der Dichte,  
wenn das zuerst erwähnte Signal größer als das zuletzt  
25 erwähnte Signal ist, einen Code D für eine Verringerung  
der Dichte, wenn das zuerst erwähnte Signal kleiner als  
das zuletzt erwähnte Signal ist, und einen Code E für  
gleiche Dichte, wenn das zuerst erwähnte Signal gleich  
dem zuletzt erwähnten Signal ist. Die Signale U, D oder  
30 E werden auf eine Schaltung 210 zur Aufprägung eines  
Zwangssignals gegeben. Wenn die Dichtesignale  $D_d$  Werte  
haben, wie sie in der oberen Reihe von Fig. 7 oder 8 dar-  
gestellt sind, werden die Codes U, D und E den verschiede-  
nen Änderungen in der Dichte der Bildelemente aufgeprägt,  
35 wie in der Zwischenzeile angedeutet ist. Die Dichtesignale  
 $D_d$  werden sequentiell ausgegeben, und zwar beginnend

1

am linken Ende in den Zeichnungen.

Die Schaltung 210 zur Aufprägung des Zwangssignals betrach-  
5 tet die vier Codedaten als einzelnen Block, während die  
sequentiell eintreffenden Codedaten jeweils einzeln ver-  
schoben werden. Wenn ein Block die Codes U und D nicht  
im Gemisch enthält und darüberhinaus drei oder mehr Codes  
U enthält, prägt die Schaltung 210 ein Zwangssignal W  
10 (für weiß) einem Bildelement auf, das den anfänglichen  
Codedaten in dem Block zugeordnet ist, so daß dieses Bild-  
element als weißes Bildelement identifiziert wird; anderer-  
seits prägt die Schaltung 210 ein Zwangssignal B (für  
black = schwarz) einem Bildelement auf, das dem letzten  
15 Code des Blocks zugeordnet ist, so daß dieses Bildelement  
als schwarzes Bildelement identifiziert wird. Enthält  
der Block andererseits keine Codes U und D im Gemisch,  
dafür jedoch drei oder mehr Codes D, so prägt die Schal-  
tungsanordnung 210 das Zwangssignal B einem Bildelement  
20 auf, das den anfänglichen Codedaten des Blocks zugeordnet  
ist, während das Zwangssignal W einem Bildelement aufge-  
prägt wird, das den letzten Codedaten in dem Block zugeord-  
net ist. Außerdem prägt die Schaltungsanordnung 210 Leer-  
signale den Bildelementen auf, denen die Zwangssignale  
25 B oder W nicht hinzugefügt werden.

Wenn also Codedaten den jeweiligen Bildelementen zugeord-  
net werden, wie in der Zwischenreihe in Fig. 7 oder 8  
angedeutet ist, führt die Aufstellung der Codedaten in  
30 Blöcken von der linken zur rechten Seite, während sie  
einzeln verschoben werden, zur Aufprägung von Zwangssigna-  
len, wie in der unteren Reihe der gleichen Figur angedeu-  
tet ist.

35 Da die Codedaten zu Blöcken gruppiert sind, während sie  
einzeln verschoben werden, werden die verschiedenen Zwangs-

1

signale B und W manchmal gemeinsam einem einzigen Bildelement aufgeprägt, wie in der unteren Reihe von Seite 7 angedeutet ist. In diesem Falle werden die Zwangssignale entfernt und durch ein Leersignal ersetzt.

5

Wie oben beschrieben wurde, überwacht die Schaltungsanordnung 210 zur Aufprägung des Zwangssignals die Dichten der Bildelemente über einen sehr kurzen Abschnitt; ändert sich die Dichte über diesen Abschnitt langsam, so wird das Bildelement in diesem Abschnitt, das die geringste Dichte hat, als weißes Bildelement betrachtet und identifiziert, während das Bildelement mit der höchsten Dichte als schwarzes Bildelement identifiziert und betrachtet wird.

15

Die Zwangssignale werden nacheinander bzw. sequentiell auf Bildelement-Basis gemeinsam mit den Codedaten an eine Schaltungsanordnung 212 für die Erweiterung der Zwangssignale angesehen. Die Schaltungsanordnung 212 sucht nach Bildelementen, die von den Codedaten E, jedoch nicht von einem Zwangssignal begleitet sind; anschließend führt die Schaltungsanordnung 212 eine Prüfung durch, ob ein benachbartes Bildelement zu dem gefundenen Bildelement von einem Zwangssignal begleitet ist; liegt eine solche Begleitung vor, prägt die Schaltungsanordnung 212 dem gesuchten Bildelement das gleiche Zwangssignal auf. Diese Technik ist in der unteren Reihe von Figur 8 angedeutet. In Fig. 8 stellen die eingeklammerten Bereiche Zwangssignale dar, die von der Schaltungsanordnung 212 aufgeprägt werden. Obwohl die Schaltungsanordnung 212 verschiedene Zwangssignale gleichzeitig einem einzigen Bildelement aufprägen kann, werden solche Zwangssignale entfernt und durch ein Leersignal ersetzt. Auf diese Weise dient die Schaltungsanordnung 212 dazu, die Tendenz in der Dichteän-

20

25

30

35



1

38.

derung der Bildelemente, die von der Schaltungsanordnung 210 für die Aufprägung des Zwangssignals festgestellt werden, auf einen Bereich zu erweitern, der einen Bildelement-Abschnitt umgibt, der eine Dichteänderung erfahren hat. Dadurch werden die entsprechenden Eigenschaften bzw. Charakteristiken dieses bestimmten Bildbereiches betont.

Die Schaltungsanordnung 212 zur Erweiterung des Zwangssignals führt die verarbeiteten Zwangssignale nacheinander einer Modifizierschaltung 214 zu. In der Zwischenzeit vergleicht die Digitalisiereinrichtung 208 das Dichtesignal Dd mit Schwellenwertdaten Dt, die von einer Schwellenwerteinstelleinrichtung 216 zugeführt werden, um so zu bestimmen, ob es sich bei jedem Bildelement um ein weißes Bildelement oder um ein schwarzes Bildelement handelt; die Ergebnisse werden nacheinander der Modifizierschaltung 214 zugeführt. Die Modifizierschaltung 214 kann das Ausgangssignal der Digitalisiereinrichtung 208 durch ein Zwangssignal modifizieren. Die Schaltungsanordnung 214 stellt also fest, ob es sich bei einem Bildelement um ein weißes Bildelement oder um ein schwarzes Bildelement handelt, indem sie dem Zwangssignal Priorität im Vergleich mit dem Ausgangssignal der Digitalisiereinrichtung 308 gibt. Sind außerdem zwei Bildelemente, die von gemeinsamen Zwangssignalen begleitet sind, nicht durch ein Bildelement getrennt, das von einer anderen Art Zwangssignal begleitet ist, so wird das Bildelement bzw. die Bildelemente zwischen diesen beiden Bildelementen als gleiche Art Bildelement wie diese beiden Bildelemente betrachtet. Haben beispielsweise zwei Bildelemente jeweils das Zwangssignal B, wie es bei als schwarz identifizierten Bildelementen der Fall ist, und befindet sich kein Bildelement mit einem Zwangssignal W, wie es für ein weißes Bildelement der Fall wäre, zwischen diesen beiden Bildelementen, so würde das Bildelement oder die Bildelemente zwischen den beiden

1

zuerst erwähnten Bildelementen als schwarzes Bildelement identifiziert werden. Im entgegengesetzten Fall würden die Bildelemente, die sich zwischen zwei so identifizierten Bildelementen befinden, als weiße Bildelemente angesehen werden.

Bei dem obigen Aufbau soll angenommen werden, daß die Abtasteinrichtung 202 eine einzige Abtastzeile einer Vorlage ge abtastet, die die aus Fig. 9A ersichtliche Dichteverteilung hat. Dann entwickelt die Abtasteinrichtung 202 ein Dichtesignal Dd, das eine digitalisierte Version der Dichteverteilung ist. Deshalb wird das aus Fig. 9A ersichtliche analoge Signal in das aus Fig. 9B ersichtliche digitale Signal umgewandelt und als Dichtesignal Dd ausgegeben. Bei dem dargestellten Beispiel wird das analoge Signal in Bezug auf 32 Abstufungen verarbeitet (wie es bei einem aus fünf Bits bestehenden digitalen Signal möglich ist). Zur Vereinfachung des Verständnisses ist das Dichtesignal Dd bei den Pegeln dargestellt, die den 32 Abstufungen zugeordnet sind. Nimmt man an, daß die Schwellenwertdaten Dt einen festen Pegel haben, wie es in Fig. 9B dargestellt ist, so betrachtet die Digitalisiereinrichtung 208 diese Bildelemente mit dem Dichtesignal Dd, die größer als die Schwellenwertdaten Dt sind, als schwarze Bildelemente, während die Bildelemente, deren Dichtesignale kleiner als diese Schwellenwertdaten Dt sind, als weiße Bildelemente betrachtet werden; dadurch ergeben sich die aus Fig. 9C ersichtlichen Ausgangssignale.

30

Aufgrund der oben erörterten Funktion des Puffers 204, des Komparators 206, der Schaltungsanordnung 210 zur Aufprägung von Zwangssignalen und der Schaltungsanordnung 212 zur Erweiterung der Zwangssignale werden die Zwangssignale B und W den jeweiligen Bildelementen aufgeprägt, wie in Fig. 9D angedeutet ist. Als Ergebnis hiervon er-

35

1

zeugt die Modifizierschaltung 214 das aus Fig. 9E ersichtliche digitale Signal. Von den Bildsignalen, die entsprechend den Ausgangssignalen der Digitalisiereinrichtung 208 als weiße Bildsignale ausgegeben werden, werden die Bildelemente mit den Zwangssignalen B als schwarze Bildelemente angesehen, während von den Bildelementen, die entsprechend den Ausgangssignalen der Digitalisiereinrichtung 208 als schwarze Bildelemente angesehen werden, die Bildelemente mit den Zwangssignalen W als weiße Bildelemente identifiziert werden. Weiterhin ist der aus Fig. 9D ersichtliche Bereich R zwischen den Zwangssignalen W angeordnet; deshalb werden die Bildelemente in dem Bereich R als weiße Bildelemente identifiziert. Das sich ergebende digitale Signal bildet eine optimale Darstellung eines Bereiches der Abbildung, der sich in seiner Dichte nur wenig von dem Untergrund unterscheidet.

Obwohl gemäß der bisherigen Beschreibung und Darstellung die Schaltungsanordnung 212 zur Erweiterung des Zwangssignals die Wirkung eines Zwangssignals auf zwei benachbarte Bildelemente erweitert, die sich längs der Hauptabtastrichtung befinden, kann die Schaltungsanordnung 212 auch so aufgebaut sein, daß sie im gleichen Sinne auf benachbarte Bildelemente in Unterabtastrichtung oder sogar auf vier Bildelemente wirkt, die sowohl in Hauptabtast- als auch in Unterabtastrichtung einander benachbart sind. Obwohl ein Block, auf den die Schaltungsanordnung 210 zur Aufprägung des Zwangssignals einwirkt, vier Bildelemente aufweist, kann er als Alternative zu der beschriebenen Ausführungsform auch drei, fünf, sechs oder irgendeine andere geeignete Zahl von Bildelementen enthalten. Und schließlich kann die Digitalisierung, die durch logische Schaltungen und ähnliche Komponenten erfolgt, wie oben beschrieben wird, in gleicher Weise auch durch einen Mikrocomputer

1 realisiert werden.

5 Aus der bisherigen Beschreibung läßt sich also erkennen,  
daß das System zur Digitalisierung von Bildsignalen nach  
der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung  
so aufgebaut ist, daß das Ergebnis der Digitalisierung  
basierend auf einer Änderung in der Dichte der Bildelemen-  
10 te so modifiziert wird, daß sogar ein Bildbereich, in  
dem die Dichtedifferenz zwischen dem Untergrund und den  
effektiven Bildelementen gering ist, adäquat digitalisiert  
werden kann. Dadurch läßt sich sogar eine Vorlage mit  
ungleichmäßiger Untergrunddichte exakt lesen.

### 15 III) Dritte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf Figur 4 soll im folgenden eine drit-  
te Ausführungsform eines Systems zur Digitalisierung von  
Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung beschrieben  
20 werden; diese Ausführungsform ist durch das Bezugszeichen  
300 angedeutet. Das System 300 benutzt einen Schwellen-  
wert, der den Mittelwert der Dichten der weißen Bildelemen-  
te berücksichtigt. Bei der Ausführungsform nach Fig. 10  
empfängt ein Gesamtmittelwert-Rechner 304, der auf den  
25 Mittelwert aller Bildelemente anspricht, dichte (Bild)Sig-  
nale  $P_x$ , die den jeweiligen Bildelementen zugeordnet sind,  
von einer Abtasteinrichtung 302. Der Rechner 304 berechnet  
den Mittelwert  $M_a$  der Dichte eines markierten, zu digita-  
lisierenden Bildelementes sowie der Bezugs-Bildelemente,  
30 die sich in der Nähe des markierten Bildelementes befin-  
den, unter Benutzung der folgenden Gleichung:

$$M_a = (1 - m) S_o + m M_a'$$

Gl. (4)

35

1

Dabei bedeuten:

5

$S_o$  = die Dichte des markierten Bildelementes,

$m$  = Gewichtungskoeffizient,

$M_a'$  = der Mittelwert, der erzeugt wird, wenn das unmittelbar vorhergehende Bildelement ein markiertes Bildelement war.

- 10 Im folgenden soll im Detail beschrieben werden, wie die Gleichung (4) abgeleitet wurde. Im allgemeinen stehen die Dichte eines markierten Bildelementes und die Dichte von Bezugselementen, die sich in der Nähe des markierten Bildelementes befinden, in einer gewissen Korrelation zueinander; ein Bezugselement, das näher bei dem markierten Bildelement liegt, steht in einer engeren Beziehung zu dem markierten Bildelement als die anderen Bildelemente, d.h., ihre Dichte-Korrelation ist enger. Deshalb läßt sich die Dichteverteilung einer Abbildung in der Nachbarschaft des markierten Bildelementes, d.h., die Untergrunddichte, sehr gut durch einen gewichteten Mittelwert darstellen, der durch Zuordnung von Gewichtungskoeffizienten zu den jeweiligen Bezugselementen entsprechend ihren Abständen von den markierten Bildelementen berechnet worden ist. Diese Gewichtungskoeffizienten nehmen exponentiell mit einer Erhöhung des Abstandes ihrer jeweils zugehörigen Bildelemente von dem markierten Bildelement ab. Ein geeigneter Schwellenwert, der die Untergrunddichte gut wiedergibt, läßt sich also erzielen, indem eine bestimmte Berechnung (beispielsweise eine Umwandlung durch eine lineare Funktion) an dem gewichteten Mittelwert erfolgt.

35 Nimmt man an, daß ein markiertes Bildelement eine Dichte  $S_o$  hat, und daß ein Bezugselement, das von dem markierten Bildelement in einem Abstand ( $i \times r$ ) (wobei  $i$

1 eine ganze Zahl und  $r$  die Breite eines Bildelementes sind)  
 eine Dichte von  $S_i$  und einen Gewichtscoefficienten von  
 $m_i$  ( $0 < m < 1$ ) haben, so läßt sich der gewichtete Mittel-  
 5 wert der Bezugs-Bildelemente einschließlich des markierten  
 Bildelementes wie folgt ausdrücken:

$$Ma = \frac{S_0 + mS_1 + m^2 S_2 + \dots + m^n S_n}{1 + m + m^2 + \dots + m^n} \quad \text{Gl. (5)}$$

10

Durch Modifizieren von Gleichung (5) ergibt sich:

$$15 \quad Ma = \frac{1-m}{1-m^{n+1}} S_0 + mMa' + \frac{1-m}{1-m^{n+1}} m^n S_{n+1} \quad \text{Gl. (6)}$$

Da  $m^n \approx 0$  ist, läßt sich die Gleichung (6) wie folgt um-  
 schreiben:

20

$$Ma = (1 - m) S_0 + mMa'$$

Das obige Verfahren führte zur Gleichung (4).

25 Der Mittelwert  $Ma$ , der von dem Gesamtmittelwert-Rechner  
 304 ausgegeben wird, wird auf einen Schwellenwertrechner  
 306 und einem Rechner 308 für einen modifizierten Schwel-  
 - lenwert gegeben. Der Rechner 306 berechnet einen Schwellen-  
 wert  $THa$  unter Benutzung der folgenden Gleichung (7) und  
 30 führt diesen Schwellenwert einer Digitalisierungsschaltung  
 310 zu:

$$THa = k_1 \cdot Ma + k_2 \quad \text{Gl. (7)}$$

35 In dieser Gleichung sind  $k_1$  und  $k_2$  Konstanten. Die Digita-  
 lisierungsschaltung 310 vergleicht den Schwellenwert  $THa$



1 mit einem Dichtesignal Px Bildelement-Vier-Bildelement;  
wenn das zuletzt erwähnte Signal größer als das zuerst  
erwähnte Signal ist, erhält das digitale Signal SBa den  
5 logischen Pegel "H". Das digitale Signal SBa wird einem  
Steuereingang einer Verknüpfungsschaltung 314 über einen  
Inverter 312 zugeführt, so daß das Dichtesignal Px eines  
Bildelementes, das von der Digitalisierungsschaltung 310  
als weißes Bildelement angesehen wird, über die Verknüp-  
10 fungsschaltung 314 an den Rechner 316 für den Mittelwert  
der weißen Bildelemente angelegt wird.  
Der Rechner 316 für den Mittelwert der weißen Bildelemente  
berechnet den Mittelwert Mw für die weißen Bildelemente  
unter Verwendung der gleichen Gleichung wie der Rechner  
15 304 für den Gesamtmittelwert. Das Ausgangssignal Mw des  
Rechners 316 wird dem Rechner 308 für den modifizierten  
Schwellenwert zugeführt. Dann erzeugt der Rechner 308  
unter Verwendung der eingegebenen Mittelwerte Ma und Mw  
den modifizierten Schwellenwert THw entsprechend der fol-  
20 genden Gleichung:

$$\text{THw} = (k_3 \cdot \text{Ma} + k_4 \cdot \text{Mw}) / 2 + k_5 \quad \text{Gl. (8)}$$

Dabei sind  $k_3$ ,  $k_4$  und  $k_5$  Konstanten.

25 Es wird noch darauf hingewiesen, daß der modifizierte  
Schwellenwert THw in Bezug auf das gerade markierte Bild-  
element erhalten wird. Der modifizierte Schwellenwert  
THw wird einer Digitalisierungsschaltung 318 zugeführt,  
30 die dann das Dichtesignal in ein digitales Signal SBw  
umwandelt und erst der nächsten Stufe zuführt.

Nimmt man an, daß ein Dichtesignal innerhalb der aus Fig.  
11A ersichtlichen Zeitspanne entwickelt worden ist, so  
ändert sich der Schwellenwert THa, wie ebenfalls in dieser  
35 Figur angedeutet ist. Zur Vereinfachung der Darstellung

45.

1 wird der Schwellenwert  $TH_a$  unter der Annahme berechnet,  
daß in Gleichung (7)  $K_1 = 1$  und  $k_2 = 0$  sind; dann ist  
dieser Mittelwert gleich dem Mittelwert  $Ma$ . Als Ergebnis  
5 hiervon erscheint ein digitales Signal  $SB_a$ , daß den logi-  
schen Pegel "H" erhält, wenn  $P_x \geq TH_a$  ist, wie in Figur  
11B zu erkennen ist. Weiterhin wird das Dichtesignal  $P_x$   
bei digitalem Signal  $SB_a$  mit dem logischen Pegel "L" dem  
Rechner 316 für den Mittelwert der weißen Bildelemente  
10 zugeführt, wodurch der Mittelwert  $Mw$  für die weißen Bild-  
elemente erhalten wird, wie in Fig. 11c durch die strich-  
punktete Linie angedeutet ist. Dann erzeugt der Rechner  
308 den modifizierten Schwellenwert  $TH_w$ , wie in Fig.  
12A dargestellt ist, so daß die Digitalisierungsschaltung  
318 das aus Figur 12B ersichtliche digitale Signal liefert.

15

Da der Schwellenwert unter Berücksichtigung der Dichten  
der weißen Bildelemente modifiziert wird, läßt sich ein  
exzellentes Ansprechverhalten in den Teilen erreichen,  
in den die Untergrunddichte scharf abnimmt; dies ist be-  
20 sonders wirksam für die Verbesserung der Reproduzierbar-  
keit in diesen bestimmten Bereichen.

In folgenden soll unter Bezugnahme auf Fig. 13 eine alter-  
native Ausführungsform beschrieben werden, bei der der  
25 Schwellenwert unter Berücksichtigung der Dichten der  
schwarzen Bildelemente kompensiert wird.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 13 hat das allgemein  
durch das Bezugszeichen 300a angedeutete System zur Digi-  
30 talisierung eines Bildsignals einen solchen Aufbau, daß  
das digitale Signal  $SB_a$ , daß von der Digitalisierungsein-  
richtung 310 ausgegeben wird, direkt dem Steuereingang  
der Verknüpfungsschaltung 314 zugeführt wird. Bei diesem  
Aufbau wird das Dichtesignal  $P_x$ , das einem Bildelement  
35 zugeordnet ist, daß von der Digitalisierungsschaltung

. 46 .

1 310 als schwarzes Bildelement angesehen wird, über das  
Verknüpfungsglied 314 dem Rechner 316a für den Mittelwert  
der schwarzen Bildelemente zugeführt. Der Rechner 316  
5 für den Mittelwert der schwarzen Bildelemente berechnet  
- entsprechend dem Rechner 316 für den Mittelwert der  
weißen Bildelemente bei der Ausführungsform nach Figur  
10 - den Mittelwert Mb für die schwarzen Bildelemente,  
wie in Fig. 11C durch die strichpunktierte Linie angedeu-  
10 tet ist, und führt diesen Mittelwert dem Rechner 308 für  
den modifizierten Schwellenwert zu. Der Rechner 308 er-  
mittelt basierend auf dem Mittelwerten Ma und Mb den modi-  
fizierten Schwellenwert THb auf die oben beschriebene  
Weise (siehe Fig. 14A) und legt das Ausgangssignal an  
15 die Digitalisierungseinrichtung 318 an. Als Ergebnis hier-  
von wird ein digitales Signal SBb, wie es in Fig. 14B  
dargestellt ist, von der Digitalisierungseinrichtung 318  
abgegeben.

20 Die übrigen Komponenten dieser Ausführungsform und ihrer  
Funktionsweise entsprechen denen in der Ausführungsform  
nach Fig. 10, so daß sie nicht nochmal beschrieben werden  
sollen.

25 Das System 300a modifiziert den Schwellenwert unter Berück-  
sichtigung der Dichten der schwarzen Bildelemente, so  
daß sich auch hier eine Verbesserung der Reproduzierbar-  
keit insbesondere in den Bereichen mit beträchtlicher  
Untergrunddichte ergibt.

30 Ein weiterer alternativer Aufbau einer Ausführungsform,  
bei der der Kontrast einer Abbildung rund um ein markier-  
tes Bildelement bei der Modifizierung des Schwellenwertes  
berücksichtigt wird, soll im folgenden unter Bezugnahme  
auf Fig. 15 geschrieben werden.

35

Bei der Ausführungsform nach Fig. 15 ist das allgemein

. 47.

1 durch das Bezugszeichen 300b angedeutete System zur Digitalisierung eines Bildsignals so ausgelegt, daß das digitalisierte Signal SBa das von der Digitalisierungseinrichtung 310 (siehe Fig. 11B) ausgegeben wird, direkt an einen  
5 Steuereingang einer Verknüpfungsschaltung 314a sowie über einen Inverter 312 an den Steuereingang der Verknüpfungsschaltung 314 angelegt wird. Deshalb wird das Dichtesignal Px eines Bildelementes, das von der Digitalisierungseinrichtung 310 als weißes Bildelement identifiziert wird,  
10 über das Verknüpfungsglied 314 an den Rechner 316 für den Mittelwert der weißen Bildelemente angelegt, während das Dichtesignal Px eines Bildelementes, daß als schwarzes Bildelement identifiziert wird, über das Verknüpfungsglied 314a an den Rechner 316a für den Mittelwert der schwarzen  
15 Bildelemente angelegt wird. Der Mittelwert Mw für die weißen Bildelemente, der von dem Rechner 316 ausgegeben wird, und der Mittelwert MB für die schwarzen Bildelemente, der von dem Rechner 316a (siehe Fig. 11C) ausgegeben wird, werden in einem Kontrastrechner 320 zugeführt.  
20

Der Kontrastrechner 320 verarbeitet die Mittelwerte Mw und Mb, um die Differenz zwischen ihnen zu erzeugen, und führt sein Ausgangssignal dem Rechner 308a für den modifizierten Schwellenwert als Kontrastdaten CT (siehe Fig. 16A) zu.  
25 Der Rechner 308a berechnet einen modifizierten Schwellenwert THc (siehe Fig. 16B) unter Verwendung der folgenden Gleichung (9) und legt das Ergebnis an die Digitalisierungseinrichtung 318:

30

$$THc = Ma + k_6 \cdot CT + k_7$$

Gl. (9)

Dabei sind  $k_6$  und  $k_7$  Konstanten. Als Ergebnis erzeugt die Digitalisierungseinrichtung 318 das aus Fig. 16 ersichtliche Signal SBc.  
35

. 48 .

- 1 Die übrigen Komponenten und ihre Funktionsweise entsprechen den in der Ausführungsform nach Fig. 10, so daß sie nicht nochmals im Detail beschrieben werden sollen.
- 5 Das oben erörterte System 300b modifiziert den Schwellenwert unter Berücksichtigung des Kontrastes der Abbildung, so daß die Bildsignale adäquat digitalisiert werden können, die den Bereichen zugeordnet sind, in denen sich eine relevante Dichtedifferenz zwischen weißen und schwarzen
- 10 Bildelementen ergibt, d.h., in denen ein großer Kontrast herrscht.

Bei keinem der Systeme 300, 300a und 300b müssen alle Rechner 304, 316 und 316a mit dem gleichen Gewichts-

15 koeffizienten  $m$  in Gleichung (4) arbeiten, sondern die einzelnen Gewichtungskoeffizienten können je nach Bedarf ausgewählt werden, um in geeigneter Weise den Mittelwert für jeden Rechner zu ermitteln. Außerdem kann ein Mikrokomputer benutzt werden, um den oben beschriebenen Aufbau und diese

20 Funktionsweise mittels entsprechender Software zu realisieren.

Wie oben beschrieben wurde, ist die vierte Ausführungsform dazu geeignet, sogar die Bildsignale in Bereichen zu

25 digitalisieren, in denen sich die Dichte ändert, indem der Schwellenwert nicht nur unter Berücksichtigung des Mittelwertes der Bildelement-Dichten, sondern auch unter Berücksichtigung mindestens eines Faktors berechnet wird, der die Dichtebedingung der Bildelemente darstellt.

30

#### IV) Vierte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf Fig. 17 soll nun ein System 400 zur Digitalisierung von Bildsignalen entsprechend einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben

35 werden. Das System 400 verwendet einen Schwellenwert,

1

. 49 .

der unter Berücksichtigung des Mittelwertes der Dichte der weißen Bildelemente ausgewählt worden ist. Bei der Ausführungsform nach Fig. 17 empfängt ein Mittelwertrechner 404 Dichtesignale (Bildsignale)  $P_x$  auf Bildelement-Basis von einer Abtasteinrichtung 402. Der Rechner 404 berechnet den Mittelwert  $M_a$  der Dichten von Bezugs-Bildelementen, die ein markiertes Bildelement umgeben, entsprechend der folgenden Gleichung 10:

10

$$M_a = (1 - m) S_o + m M_a' \quad \text{Gl. (10)}$$

Dabei bedeuten:

15

$S_o$  = die Dichte eines markierten Bildelementes,  
 $m$  = Gewichtungskoeffizient , und  
 $M_a'$  = der Mittelwert, der dann erzeugt wird,  
wenn das unmittelbar vorhergehende Bildelement ein markiertes Bildelement war.

20

Im folgenden soll die Ableitung von Gleichung (10) im Detail beschrieben werden. Im allgemeinen stehen die Dichte eines markierten Bildelementes und die Dichte der Bezugs-Bildelemente, die sich nahe bei dem markierten Bildelement befinden, in Korrelation zueinander; ein Bezugs-Bildelement, daß näher bei dem markierten Bildelement liegt, steht in einer engeren Beziehung mit dem markierten Bildelement als die anderen Bezugs-Bildelemente, d.h., ihre Dichte-Korrelation ist sehr eng. Deshalb läßt sich die Dichteverteilung einer Abbildung in der Nähe des markierten Bildelementes, d.h., die Untergrunddichte, sehr gut durch einen Mittelwert darstellen, der auf folgenden Überlegungen beruht: dieser Mittelwert wird berechnet, indem den jeweiligen Bezugs-Bildelementen entsprechend ihren Abständen von dem markierten Bildelement Gewichtungskoeffizienten zugeordnet werden, die exponen iell mit einer

35



1 Erhöhung des Abstandes von dem markierten Bildelement  
abnehmen. Daraus ergibt sich wieder, daß ein Schwellen-  
wert, der die Untergrunddichte gut wiedergibt, erhalten  
5 werden kann, indem eine bestimmte Rechnung (bspw. eine  
Umwandlung durch eine lineare Funktion) an dem mittleren  
Gewicht vorgenommen wird.

Nimmt man an, daß ein markiertes Bildelement eine Dichte  
10  $S_0$  und ein Bezugs-Bildelement, daß von dem markierten  
Bildelement den Abstand ( $i \times r$ ) (dabei sind  $i$  eine ganze  
Zahl und  $r$  die Breite eines Bildelementes) hat, die Dichte  
 $S_i$  bzw. den Gewichtungskoeffizienten  $m^i$  haben, so läßt sich  
der gewichtete Mittelwert der Bezugs-Bildelemente ein-  
15 schließlich des markierten Bildelementes durch die folgen-  
de Gleichung ausdrücken:

$$Ma = \frac{S_0 + mS_1 + m^2 S_2 + \dots + m^n S_n}{1 + m + m^2 + \dots + m^n} \quad \text{Gl. (11)}$$

20 Durch Modifizierung der Gleichung (11) ergibt sich:

$$Ma = \frac{1-m}{1-m^{n+1}} S_0 + mMa' + \frac{1-m}{1-m^{n+1}} m^n S_{n+1} \quad \text{Gl. (12)}$$

25

Da  $m^n \approx 0$  gilt, kann die Gleichung (12) wie folgt umge-  
schrieben werden:

$$30 \quad Ma = (1 - m) S_0 + mMa'$$

Das obige Verfahren führte zur Gleichung (10).

Der Mittelwert  $Ma$ , von dem Rechner 404 für den Gesamt-  
mittelwert ausgegeben, wird einem Schwellenwertrechner  
35 406 zugeführt. Der Schwellenwertrechner 406 berechnet

1 den Schwellenwert TH unter Verwendung der folgenden Gleichung (13) und führt diesen Wert einer Schaltung 408 für die Modifizierung des Schwellenwertes zu:

5 
$$TH = k_1 \cdot Ma + k_2$$
 Gl. (13)

Dabei sind  $k_1$  und  $k_2$  Konstanten. Der maximale Schwellenwert Lh und der minimale Schwellenwert Ll werden vorher  
10 festgelegt. Der Schwellenwert THm ist in der Weise modifiziert worden, daß der Schwellenwert TH in dem Bereich liegt, der durch den maximalen Schwellenwert Lh und den minimalen Schwellenwert Ll begrenzt wird. Wenn also der  
15 Schwellenwert TH zwischen dem maximalen und dem minimalen Schwellenwert Lh und Ll liegt, wird der Schwellenwert Th abgegeben; ist er größer als der maximale Schwellenwert Lh, dann wird der maximale Wert abgegeben; ist er kleiner als der minimale Wert Ll, dann wird der minimale Wert Ll abgegeben.

20 Nimmt man an, daß das in Fig. 18 dargestellte Dichtesignal Px zugeführt wird, so wird der sich ergebende, modifizierte Schwellenwert THm in der Weise festgelegt, daß der Teil des Schwellenwertes TH, der größer als der maximale  
25 Wert Lh ist, auf Lh begrenzt wird, während der Teil, der kleiner als der minimale Wert Ll ist, auf Ll begrenzt wird.

Der modifizierte Schwellenwert THm wird einer Digitalisierungseinrichtung 410 zugeführt. Die Digitalisierungseinrichtung 410 digitalisiert die Dichte Px in Bezug auf  
30 den modifizierten Schwellenwert, um ein digitales Signal SB zu erzeugen, das dann der folgenden Stufe (nicht dargestellt) zugeführt wird.

35 Obwohl bei der obigen Ausführungsform der maximale Wert

1

Lh (d.h., die obere Grenze) und der minimale Wert Ll (d.h. die untere Grenze) festgelegt sind, können sie schrittweise entsprechend dem Mittelwert Ma variiert werden.

5

Die vierte Ausführungsform ist besonders zur adäquaten Digitalisierung von Bildsignalen in den Bereichen einer Vorlage geeignet, in denen die Dichte hoch oder niedrig ist, weil diese Ausführungsform den Schwellenwert auf einen begrenzten Bereich beschränkt.

10

#### V) Fünfte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf Fig. 19 soll nun eine fünfte Ausführungsform eines Systems 500 zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung beschrieben werden. Bei dem System 500 werden die Dichtesignale (Bildsignale) Px, die den jeweiligen Bildelementen zugeordnet sind, von einer Abtasteinrichtung an einen Zeilenspeicher 504 angelegt, der mehrere Abtastzeilen aufnehmen kann. Die in dem Zeilenspeicher 504 gespeicherten Dichtesignale Px werden jeweils für jede einzelne Abtastzeile in der Folge, die der Abtastrichtung der Abtasteinrichtung 502 zugeordnet ist, einem Rechner 506 für den Mittelwert in Vorwärtsrichtung zugeführt. Gleichzeitig werden sie in der Folge, die der der entgegengesetzten Abtastrichtung verlaufenden Richtung zugeordnet ist, einem Rechner 508 für den Mittelwert in Rückwärtsrichtung zugeführt.

15

20

25

Der Rechner 506 für den Mittelwert in Vorwärtsrichtung berechnet in Abhängigkeit von den nacheinander ankommenden Dichtesignalen Px, den Mittelwert Mf in Vorwärtsrichtung für die Dichten, die die jeweiligen Bildelemente umgeben, nach der folgenden Gleichung (14):

30

35

$$Mf = (1 - m_1) So + m_1 Mf'$$

Gl. (14)

1 Dabei bedeuten:

5  $S_0$  = die Dichte eines Bildelementes, dessen  
Mittelwert in Vorwärtsrichtung berechnet  
werden soll,

10  $m_i$  = den Gewichtungskoeffizienten, und  
 $M_f'$  = den Mittelwert in Vorwärtsrichtung, der für  
das unmittelbar vorgehende Bildelement er-  
halten wird.

15 Im folgenden soll im Detail beschrieben werden, wie die  
Gleichung (14) abgeleitet wird. Im allgemeinen sind die  
Dichte eines markierten Bildelementes und die Dichten  
von Bezugs-Bildelementen, die sich in der Nähe des markier-  
ten Bildelementes befinden, korreliert; ein Bezugs-Bild-  
element, das näher bei einem markierten Bildelement liegt,  
hat eine engere Beziehung zu dem markierten Bildelement  
als die anderen, weiter entfernten Bildelemente, d.h.,  
ihre Dichte-Korrelation ist sehr eng. Deshalb läßt sich  
20 die Dichteverteilung einer Abbildung in der Nähe des mar-  
kierten Bildelementes, d.h., die Untergrunddichte, sehr  
gut durch einen gewichteten Mittelwert darstellen, der  
auf folgende Weise berechnet wird. Den jeweiligen Bildele-  
menten werden entsprechend ihren Abständen von dem markier-  
ten Bildelement Gewichtungskoeffizienten zugeordnet, die  
25 exponentiell mit einer Erhöhung des Abstandes von dem  
markierten Bildelement abnehmen. Es ergibt sich also,  
daß ein Schwellenwert, der die Untergrunddichte gut wieder-  
gibt, erreicht werden kann, indem eine bestimmte Berech-  
nung (bspw. eine Umwandlung durch eine lineare Funktion)  
30 an dem gewichteten Mittelwert ausgeführt wird.

35 Nimmt man an, daß ein markiertes Bildelement die Dichte  
 $S_0$  und ein Bezugs-Bildelement, daß sich im Abstand ( $i$   
 $\times r$ ) (wobei  $i$  eine ganze Zahl und  $r$  die Breite eines Bild-

1

elementes sind) von dem markierten Bildelement befindet,  
 die Dichte  $S_i$  und den Gewichtungskoeffizienten  $m_1^i$  ( $0 < m_1$   
 $< 1$ ) haben, so läßt sich der Mittelwert  $M_f$  der Bezugs-  
 5 Bildelemente einschließlich des markierten Bildelementes  
 wie folgt ausdrücken:

$$M_f = \frac{S_0 + m_1 S_1 + m_1^2 S_2 + \dots + m_1^n S_n}{1 + m_1 + m_1^2 + \dots + m_1^n} \quad \text{Gl. (15)}$$

10

Durch Modifizieren von Gleichung (15) ergibt sich:

$$M_f = \frac{1 - m_1}{1 - m_1^{n+1}} S_0 + m_1 M_f' + \frac{1 - m_1}{1 - m_1^{n+1}} m_1^n S_{n+1} \quad \text{Gl. (16)}$$

15

Da  $m_1^n \simeq 0$  ist, kann Gleichung (16) wie folgt umgeschrie-  
 ben werden:

20

$$M_r = (1 - m_2) S_0 + m_2 M_r'$$

Die obige Technik führt zur Gleichung (14).

25

Der Rechner 508 für den Mittelwert in umgekehrter bzw. in  
 Rückwärtsrichtung berechnet in ähnlicher Weise der Rechner  
 506 in Vorwärtsrichtung einen Mittelwert  $M_r$  in Rückwärts-  
 richtung für die Dichten, die die jeweiligen Bildelemente  
 umgeben, nach der folgenden Gleichung (17):

30

$$M_f = (1 - m_1) S_0 + m_1 M_f' \quad \text{Gl. (17)}$$

Dabei sind:

35

$S_0$  = die Dichte eines Bildelementes, deren  
 Mittelwert in umgekehrter Richtung berechnet  
 werden soll,

1

$m_2$  = der Gewichtskoeffizient, und

$M_r'$  = der Mittelwert in umgekehrter Richtung, berechnet  
für das unmittelbar vorhergehende Bildelement.

5

Die Mittelwerte  $M_f$  in Vorwärtsrichtung, die von dem Rechner 506 ausgegeben werden, und die Mittelwerte  $M_r$  in Rückwärtsrichtung, die von dem Rechner 508 ausgegeben werden, werden jeweils abtastzeilenweise einem Mittelwertrechner 510, einem Differenzrechner 512 und einer Mittelwert-Auswahlrichtung 514 zugeführt.

10

15

20

Der Mittelwertrechner 510 berechnet den Mittelwert  $M_m$  aus dem Mittelwert  $M_f$  in Vorwärtsrichtung und dem Mittelwert  $M_r$  in Rückwärtsrichtung in Bezug auf jedes Bildelement und führt das erhaltene Ergebnis einem Schwellenwertrechner 516 zu. Der Schwellenwertrechner 516 berechnet in Abhängigkeit von dem eingegebenen Mittelwert  $M_m$  einen Schwellenwert  $TH$  für jedes Bildelement unter Verwendung der folgenden Gleichung (18) und führt dann den Schwellenwert  $TH$  dem Schwellenwertkompensator 518 zu:

$$TH = k_1 \cdot M_f + k_2$$

Gl. (18)

25

Dabei sind  $k_1$  und  $k_2$  Konstanten.

30

35

In folgenden soll eine Situation angenommen werden, bei der sich das Dichtesignal  $P_x$  auf die Weise ändert, wie sie in Fig. 20A dargestellt ist. Weiterhin soll angenommen werden, daß die Abtastrichtung gemäß der Darstellung in Fig. 20A von links nach rechts verläuft. Wie oben erwähnt wurde berechnet der Rechner 506 für den Mittelwert in Vorwärtsrichtung den Mittelwert  $M_f$  in Vorwärtsrichtung unter Verwendung der Gleichung (14), während der Rechner 508 den Mittelwert  $M_r$  in Rückwärtsrichtung unter Verwendung der Gleichung (17) ermittelt.



1 Aufgrund der besonderen mathematischen Struktur der Gleichungen (14) und (17) können die entsprechenden Rechenschritte durch sehr einfache Operationsschaltungen realisiert werden. Da die Dichtebedingungen der jeweiligen  
5 Bildelemente nicht direkt erscheinen, ergibt sich zwangsläufig eine gewisse Verzögerung, wie ebenfalls dargestellt ist. Im Detail wird der Mittelwert  $M_f$  in Vorwärtsrichtung relativ zur Änderung des Dichtesignals  $P_x$  in Abtastrichtung verzögert, während der Mittelwert  $M_r$  in Rückwärtsrichtung relativ zu der Änderung des Dichtesignals in der anderen Richtung verzögert wird. Deshalb wird der Mittelwert der Dichtesignale  $P_x$  an den Punkten  $P_1$  und  $P_2$  unmittelbar vor dem Anstieg und Abfall des Dichtesignals  $P_x$  genauer durch den Mittelwert  $M_f$  in Vorwärtsrichtung  
10 und an den Punkten unmittelbar hinter dem Anstieg und dem Abfall der Dichtesignale  $P_x$  genauer durch den Mittelwert  $M_r$  in Rückwärtsrichtung dargestellt.

20 An den Punkten  $p_1$  und  $p_2$  ist die Differenz zwischen den beiden Mittelwerten sehr viel größer als an den Umgebungspunkten. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache wird die Differenz zwischen dem Mittelwert  $M_f$  in Vorwärtsrichtung und dem Mittelwert  $M_r$  in Rückwärtsrichtung auf Bildelement-Basis berechnet. Dabei wird auch eine Änderung dieser  
25 Differenz berücksichtigt: Wenn ein Abschnitt festgestellt wird, in dem nacheinander Differenzen erscheinen, deren Absolutwerte größer sind als vorgegebene Absolutwerte, so wird die Differenz mit dem größten Absolutwert so wie daß Bildelement festgestellt, daß dieser bestimmten Differenz zugeordnet ist. Für den Abschnitt zwischen diesem bestimmten Bildelement und einem Bildelement, daß sich im Abstand  $A$  in einer zur Abtastrichtung entgegengesetzten Richtung von diesem Bildelement befindet, wird der Mittelwert  $M_f$  in Vorwärtsrichtung eingesetzt. Für den Abschnitt  
30 zwischen diesem bestimmten Bildelement und einem Bildele-

- 1 ment und einem Bildelement, daß sich im Abstand B in Ab-  
tastrichtung von diesem bestimmten Bildelement befindet,  
wird der Mittelwert Mr in umgekehrter Richtung ausgewählt.  
5 Durch diesen Aufbau werden beim Anstieg und beim Abfall  
der Signale Px in der Nähe der markierten Bildelemente  
Mittelwerte erhalten, die die Mittelwerte der Dichtesigna-  
le Px genauer darstellen.
- 10 Die oben erwähnten Abstände A und B sind jeweils einer  
Operationsverzögerungszeit des Rechners 508 für den Mittel-  
wert der Rückwärtsrichtung und des Rechners 506 für den  
Mittelwert in Vorwärtsrichtung zugeordnet.
- 15 Die Auswahl dieser Mittelwerte erfolgt durch den Differenz-  
rechner 512 und die Mittelwert-Auswahleinrichtung 514.  
Der Differenzrechner 512 erzeugt die Differenz Sm zwischen  
dem Mittelwert Mf in Vorwärtsrichtung und dem Mittelwert  
Mr in Rückwärtsrichtung auf Bildelement-Basis, so daß  
20 das entsprechende Signal der Mittelwert-Auswahleinrichtung  
514 zugeführt wird. Die Mittelwert-Auswahleinrichtung  
514 vergleicht die Differenz Sm für jedes Bildelement  
mit den entsprechenden Werten für die anderen Bildelemente  
im Bereich (A + B) von diesem Bildelement, wodurch ein  
bestimmtes Bildelement festgestellt wird, dessen Differenz  
25 Sm den größten Wert hat. Anschließend wählt, wie oben  
beschrieben wurde, die Auswahleinrichtung 514 den Mittel-  
wert Mf in Vorwärtsrichtung und den Mittelwert Mr in Rück-  
wärtsrichtung vor bzw. nach dem bestimmten Bildelement  
aus und führt den entsprechenden Wert einem Rechner 520  
30 für die Änderung des Schwellenwertes zu. Der Rechner 520  
berechnet in ähnlicher Weise wie der Rechner 516 einen  
veränderten Schwellenwert THv auf Bildelement-Basis und  
führt dieses Signal der Schaltungsanordnung 518 zur Modi-  
fizierung des Schwellenwertes zu.
- 35

- 1 Die Schaltungsanordnung 518 zur Modifizierung des Schwellenwertes entwickelt variierte Schwellenwerte THv für die Bildelemente, für die Werte THv erzeugt werden, so-  
5 wie modifizierte Schwellenwerte THm, bestehend aus den Schwellenwerten TH (siehe Fig. 20B) für die anderen Bildelemente. Die Schwellenwerte THv und TH werden gemeinsam einer Digitalisierungseinrichtung 522 zugeführt. Die Digitalisierungseinrichtung 522 entwickelt ein digitales  
10 Signal SB durch Vergleich des Dichtesignals Px und des modifizierten Schwellenwertes THm auf Bildelement-Basis und führt dieses Signal der folgenden Stufe (nicht dargestellt) zu.
- 15 Bei der obigen Ausführungsform werden der Mittelwert Mf in Vorwärtsrichtung und der Mittelwert Mr in Rückwärtsrichtung weitergemittelt, um einen Mittelwert Mm zu liefern, der als Basis für die weitere Berechnung des Schwellenwertes TH dient. In den Bereichen außerhalb der Bereiche, in denen das Dichtesignal Px signifikante Änderungen  
20 erfährt, ist jedoch die Differenz zwischen dem Mittelwert Mf in Vorwärtsrichtung und dem Mittelwert Mr in Rückwärtsrichtung nicht so groß; es ist deshalb in diesen Fällen zulässig, einen beliebigen dieser beiden Mittelwerte für  
25 die Berechnung des Schwellenwertes TH zu verwenden. Für kontinuierliche Abtastzeilen ist es unüblich, daß das Dichtesignal wesentliche Änderungen erfährt. Es ist deshalb ebenfalls zulässig, den Mittelwert in Vorwärtsrichtung und/ den Mittelwert in Rückwärtsrichtung abwechselnd für  
30 jede zweite Abtastzeile zu berechnen. Außerdem kann der Mittelwert der Dichtesignale der Bildelemente nicht nur in Abtastrichtung oder in der entgegengesetzten Richtung, sondern auch in einer dritten Richtung berechnet werden, so daß der Schwellenwert auch einen solchen Mittelwert  
35 berücksichtigt.

- 1 Die verschiedenen Schaltungskomponenten bei der obigen Ausführungsform können durch einen Mikrokomputer realisiert werden.
- 5 Da das System nach dieser speziellen Ausführungsform einen exakten Mittelwert für die Dichtesignale erzeugen kann, und zwar durch Umschalten zwischen einem Mittelwert in Vorwärtsrichtung und einem Mittelwert in Rückwärtsrichtung für jeden Bereich, in dem sich das Dichtesignal scharf ändert,
- 10 kann der Schwellenwert den entsprechenden Änderungen des Dichtesignals sehr gut folgen, so daß sogar die Bereiche optimal digitalisiert werden können, in denen eine wesentliche Änderung der Dichte auftritt.

15 VI) Sechste Ausführungsform

Im folgenden soll unter Bezugnahme auf Fig. 21 eine sechste Ausführungsform eines Systems 600 zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung beschrieben werden. Das System 600 enthält einen Mittelwertrechner 604,

20 dem Dichtesignale (Bildsignale)  $P_x$  von einer Abtasteinrichtung 602 zugeführt werden. Der Rechner 604 berechnet den Mittelwert  $M_a$  der Dichten, die ein markiertes Bildelement umgeben, entsprechend der folgenden Gleichung:

25 
$$M_a = (1 - m) S_o + m M_a' \quad \text{Gl. (19)}$$

Dabei bedeuten:

- 30  $S_o$  = die Dichte eines markierten Bildelementes,  
 $m$  = einen Gewichtungskoeffizient,  
 $M_a'$  = den Mittelwert, der erzeugt wird, wenn das unmittelbar vorhergehende Bildelement ein markiertes Bildelement war.

35 Im folgenden soll im Detail beschrieben werden, wie die

1 Gleichung (19) abgeleitet wird. Im allgemeinen haben  
 die Dichte eines markierten Bildelementes und die Dichte  
 der Bezugs-Bildelemente, die sich nahe bei dem markierten  
 5 Bildelement befinden, eine bestimmte Korrelation; ein  
 Bezugs-Bildelement, das sich näher bei dem markierten  
 Bildelement befindet, steht in einer engeren Beziehung  
 mit dem markierten Bildelement als die anderen Bildelemen-  
 te, die beide davon entfernt sind, d.h., ihre Dichte-Korre-  
 10 lation ist sehr eng. Deshalb kann die Dichteverteilung  
 einer Abbildung in der Nähe des markierten Bildelementes,  
 d.h., die Untergrunddichte, sehr gut durch einen gewichte-  
 ten Mittelwert dargestellt werden, der auf folgende Weise  
 berechnet wird: Den einzelnen Bezugs-Bildelementen werden  
 15 entsprechend ihrem Abstand von dem markierten Bildelement  
 Gewichts-Koeffizienten zugeordnet, die exponentiell mit  
 einer Erhöhung des Abstandes von dem markierten Bildele-  
 ment abnehmen. Daraus ergibt sich wiederum, daß ein Schwel-  
 lenwert, der die Untergrunddichte widerspiegelt, erhalten  
 20 werden kann, indem eine bestimmte Berechnung (beispielswei-  
 se eine Umwandlung durch eine lineare Funktion) an dem  
 gewichteten Mittelwert ausgeführt wird.

Nimmt an, daß ein markiertes Bildelement die Dichte  $S_0$   
 25 und ein Bezugs-Bildelement, das sich im Abstand ( $i \times r$ )  
 (wobei  $i$  eine ganze Zahl und  $r$  die Breite eines Bildelemen-  
 tes sind) von dem markierten Bildelement befindet, eine  
 Dichte  $S_i$  und einen Gewichtungskoeffizienten  $m^i$  ( $0 < m < 1$ )  
 haben, so läßt sich der gewichtete Mittelwert  $M_a$  der Be-  
 30 zugs-Bildelemente einschließlich des markierten Bildelemen-  
 tes durch die folgende Gleichung (20) ausdrücken:

$$M_a = \frac{S_0 + mS_1 + m^2 S_2 + \dots + m^n S_n}{1 + m + m^2 + \dots + m^n} \quad \text{Gl. (20)}$$

1 Durch Modifizierung der Gleichung (20) ergibt sich die folgende Gleichung (21):

$$5 \quad Ma = \frac{1-m}{1-m^{n+1}} S_0 + mMa' + \frac{1-m}{1-m^{n+1}} m^n S_{n+1} \quad \text{Gl. (21)}$$

Da  $m^n \approx 0$  ist, läßt sich die Gleichung (21) wie folgt umschreiben:

$$10 \quad Ma = (1 - m) S_0 + mMa'$$

Diese Berechnung führt zur Gleichung (19).

15 Aufgrund der besonderen mathematischen Struktur der Gleichung (19) läßt sich der Mittelwertrechner 604, der zur Berechnung des Mittelwertes  $Ma$  verwendet wird, durch einen sehr einfachen Schaltungsaufbau realisieren. Eine bestimmte Verzögerung kann jedoch nicht vermieden werden, weil die Dichtebedingung jedes Bildelementes nicht direkt er-  
 20 scheint. Nimmt man bspw. an, daß das Dichtesignal  $P_x$  entsprechend der Darstellung in Fig. 22A erzeugt wird, so bildet der Mittelwertrechner 604 die Mittelwerte  $Ma$ , wie in dieser Figur durch die strichpunktierte Linie angedeutet ist. In diesem Beispiel ist der Einfluß der Verzögerung des Mittelwertes  $Ma$  besonders stark in einem Bereich  
 25 A, in dem das Signal  $P_x$  ansteigt. Berechnet man den Schwellenwert unter Verwendung eines solchen Mittelwertes  $Ma$ , so könnte dies dazu führen, daß der gesamte Bereich als vollständig schwach identifiziert wird.

30 Bei dieser Ausführungsform werden eine Einrichtung 606 zur Verschiebung des Bildsignals und eine Einrichtung 608 zur Verschiebung des Mittelwertes verwendet, um das Dichtesignal  $P_x$  bzw. das Mittelwertsignal  $Ma$  jeweils in  
 35 Abtastrichtung um eine Zahl von Bildelementen zu verschie-



- 82 -

• 62 •

1 ben, die der Breite des spezifischen Bereiches A zugeord-  
 net sind, wodurch ein abweichendes Dichtesignal Pxd und  
 ein abweichender Mittelwert Mad gebildet werden. Dann  
 5 wählt eine Mittelwert-Auswahleinrichtung 610 auf Bildele-  
 ment-Basis den größeren Wert der beiden Werte Ma und Mad  
 aus, um modifizierte Mittelwerte Ms zu erzeugen, wie in  
 Fig. 22C dargestellt ist. Die modifizierten Mittelwerte  
 Ms werden nacheinander einem Schwellenwertrechner 612  
 10 zugeführt. Der Schwellenwertrechner 612 erzeugt dann,  
 basierend auf dem modifizierten Mittelwert Ms, einen Mit-  
 telwert nach der folgenden Gleichung (22):

$$TH = k_1 \cdot Ma + k_2$$

Gl. (22)

15

Dabei sind  $K_1$  und  $k_2$  Konstanten.

Dieser Mittelwert wird einer Digitalisierungseinrichtung  
 614 zugeführt, so daß das abweichende Dichtesignal Pxd  
 20 in Bezug auf den Schwellenwert TH digitalisiert wird.  
 Das sich ergebende digitale Signal SB wird der folgenden  
 Stufe (nicht dargestellt) zugeführt. Ein Ergebnis hier-  
 von ist das digitale Signal SB frei von den unerwünschten  
 Einflüssen, die dem bestimmten Bereich A zugeordnet sind.

25

Obwohl bei der beschriebenen Ausführungsform sowohl der  
 Mittelwert Ma als auch das Dichtesignal in Abtastrichtung  
 der Abtasteinrichtung 602 verschoben und dann modifizierte  
 Mittelwerte Ms basierend auf den Mittelwerten Ma und den  
 30 abweichenden Mittelwerten Mad erzeugt und schließlich  
 Schwellenwerte TH basierend auf den modifizierten Mittel-  
 werten Ms berechnet werden, ist dieser Ablauf nicht zwangs-  
 läufig erforderlich, sondern stellt nur eine bevorzugte  
 Ausführungsform dar. Es ist bspw. möglich, nur die Mittel-  
 35 werte Ma in Abtastrichtung zu verschieben, um so kompen-  
 sierte Mittelwerte herzustellen. Weiterhin kann ein Schwel-

1

lenwert dadurch berechnet werden, daß zunächst der Mittelwert  $M_a$  verwendet und dann der Schwellenwert in Abtastrichtung verschoben werden, um einen modifizierten Schwellenwert zu erhalten.

5

In Fig. 23 ist ein alternativer Aufbau des Digitalisierungssystems nach dieser Ausführungsform dargestellt. Dieses, allgemein durch das Bezugszeichen 600a angedeutete alternative System ist so aufgebaut, daß der Mittelwert  $M_a$ , der von dem Mittelwertrechner 604 ausgegeben wird, direkt dem Schwellenwertrechner 612 zugeführt wird. Der Schwellenwertrechner 612 berechnet, basierend auf Gleichung (22), einen Schwellenwert  $TH_1$  und führt diesen Schwellenwert einer Einrichtung 616 zur Verschiebung des Schwellenwertes sowie einer Schaltungsanordnung 618 zur Modifizierung des Schwellenwertes zu. Die Einrichtung 616 zur Verschiebung des Schwellenwertes verschiebt die Schwellenwerte  $TH_1$  in einer Richtung, die entgegengesetzt zur Abtastrichtung ist, und zwar um eine vorgegebene Zahl von Bildelementen, um abweichende Schwellenwerte  $TH_d$  zu erzeugen, wie in Fig. 24B angedeutet ist; diese abweichenden Schwellenwerte  $TH_d$  werden dann der Schaltungsanordnung 618 zugeführt.

10

15

20

25

30

35

Die Schaltungsanordnung 618 vergleicht den Schwellenwert  $TH_1$  und den abweichenden Schwellenwert  $TH_d$  Bildelement-für-Bildelement, wählt den größeren der vorliegenden Werte aus und führt diesen größeren Wert der Digitalisierungseinrichtung 614 als modifizierten Schwellenwert  $TH_m$  (siehe Fig. 24C) zu. Als Ergebnis hiervon wird verhindert, daß die ansteigenden Kantenbereiche des Dichtesignals  $P_x$  irrtümlich als vollständig schwarze Bildelemente identifiziert werden.

Auch die beiden Systeme 600 und 600a, die oben beschrieben

1 wurden, können durch einen Mikrokomputer realisiert werden.

Wie oben erwähnt wurde, lassen sich mit dieser Ausführungs-  
form sogar die Bereiche der Abbildung optimal digitali-  
5 sieren, in denen die Dichte scharf zunimmt; zu diesem Zweck  
wird ein Schwellenwert unter Verwendung eines Mittelwertes  
für die Dichten berechnet, die jedes Bildelement umgeben;  
der Schwellenwert wird in einer in die entgegengesetzte  
Abtastrichtung verlaufende Richtung verschoben, so daß der  
10 Schwellenwert durch den verschobenen Schwellenwert modifi-  
ziert wird.

#### VII) Siebte Ausführungsform

Im folgenden soll zunächst das Grundprinzip einer siebten  
15 Ausführungsform eines Systems nach der vorliegenden Erfin-  
dung beschrieben werden. Im allgemeinen sind die Dichte  
eines markierten Bildelementes und die Dichten von Bezugs-  
Bildelementen, die sich nahe bei dem markierten Bildelement  
befinden, korreliert; ein Bezugs-Bildelement, daß näher bei  
20 dem markierten Bildelement liegt, hat eine engere Beziehung  
zu dem markierten Bildelement als die anderen, weiter  
entfernten Bildelemente, d.h., ihre Dichte-Korrelation ist  
sehr eng. Stellt man sich also einen sehr schmalen,  
planaren bzw. ebenen Bereich einer Abbildung vor, so kann  
25 man sagen, daß die Bildelemente in diesem begrenzten  
Bereich eine starke Dichte-Korrelation haben. Dann läßt  
sich jedoch die Dichteverteilung in diesem bestimmten  
Bereich, d.h., die Untergrunddichte, mittels eines gewich-  
teten Mittelwertes darstellen, der auf folgende Weise  
30 erhalten wird; jedem Bezugs-Bildelement wird in einem  
vorgegebenen, begrenzten Bereich in passender Beziehung zum  
Abstand dieses Bezugs-Bildelementes vom markierten Bildele-  
ment ein Gewichts-Koeffizient zugeordnet, der mit einer  
Erhöhung des Abstandes dieses Bezugs- Bildelementes von dem  
35 markierten Bildelement exponensiell

- 1 zunimmt; auf diese Weise läßt sich ein gewichteter Mittelwert mit den angegebenen Eigenschaften berechnen. Berechnet man nun den Schwellenwert unter Verwendung dieses gewichteten Mittelwertes, so kann ein Schwellenwert festgelegt werden, der die Dichteverteilung in diesem planaren Bereich in Bezug auf die jeweiligen Bildelemente widerspiegelt.
- 10 Andererseits tritt jedoch das folgende Problem auf: Wird der gewichtete Mittelwert entsprechend dem obigen Verfahren für alle in Frage kommenden Bezugs-Bildelemente in Bezug auf ein markiertes Bildelement und anschließend ein Schwellenwert berechnet, so wären so hohe Rechengeschwindigkeiten erforderlich, daß sie in der Praxis nur mit extrem hohem Aufwand realisiert werden können. Weiterhin treten Schwierigkeiten damit auf, das System nach der vorliegenden Erfindung in seinem zeitlichen Ablauf an die angeschlossene Einrichtung anzupassen. Deshalb werden nach dieser speziellen Ausführungsform eines Systems nach der vorliegenden Erfindung nur diagonal ausgerichtete Bildelemente in einem begrenzten Bereich für die Berechnung der Schwellenwerte berücksichtigt, da sich dadurch die erforderliche Rechengeschwindigkeit verringern läßt.
- 15 Für die übrigen Bildelemente werden die Schwellenwerte für die benachbarten, ausgewählten Bildelemente für die Digitalisierung eingesetzt.

Nimmt man an, daß ein markiertes Bildelement die Dichte  $S_0$  und das  $i$ -th Bildelement von dem markierten Bildelement die Dichte  $S_i$  und einem Gewichtskoeffizienten  $m^i$  ( $0 < m < 1$ ) hat, so läßt sich der gewichtete Mittelwert  $M_a$  der Bezugs-Bildelemente einschließlich des markierten Bildelementes durch folgende Gleichung (23) ausdrücken:

$$M_a = \frac{S_0 + mS_1 + m^2 S_2 + \dots + m^n S_n}{1 + m + m^2 + \dots + m^n} \quad \text{Gl. (23)}$$

1 Durch Modifizierung der Gleichung (23) ergibt sich:

$$5 \quad Ma = \frac{1-m}{1-m^{n+1}} S_0 + mMa' + \frac{1-m}{1-m^{n+1}} m^n S_{n+1} \quad \text{Gl. (24)}$$

Da  $m^n \approx 0$  ist, kann die Gleichung (24) wie folgt umgeschrieben werden:

$$10 \quad Ma = (1 - m) S_0 + mMa' \quad \text{Gl. (25)}$$

15 Dabei ist  $Ma'$  der Mittelwert, der sich ergibt, wenn das unmittelbar vorhergehende Bildelement ein markiertes Bildelement war. Aus dem Mittelwert  $Ma$  wird der Schwellenwert  $TH$  entsprechend der folgenden Gleichung (26) gebildet:

$$20 \quad TH = k_1 \cdot Ma + k_2 \quad \text{Gl. (26)}$$

Dabei sind  $K_1$  und  $k_2$  Konstanten.

25 Fig. 25 zeigt eine weitere Variante eines allgemein durch das Bezugszeichen 700 angedeuteten Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen nach dieser speziellen Ausführungsform der Erfindung. Wie man erkennt, werden die Dichtesignale  $P_x$ , die den jeweiligen Bildelementen zugeordnet sind, von einer Abtasteinrichtung 702 einem Zeilenspeicher 704 zugeführt, der gleichzeitig fünf Datenzeilen aufnehmen kann. Eine Auswahleinrichtung 706 wählt nacheinander die 30 fünf Zeilen der Dichtesignale  $P_x$ , die von dem Zeilenspeicher 704 ausgegeben werden, auf Zeilenbasis aus, wie in Fig. 26 durch die Zeilen L1-L5 angedeutet ist; diese Zeilen werden einem Mittelwertrechner 708 zugeführt. Bei 35 diesem Aufbau wird ein rechteckiger, insbesondere quadra-

1 tischer Bereich, der bei der dargestellten Variante aus  
fünf Zeilen und fünf Spalten von Bildelementen besteht,  
als der vorher erwähnte Bereich ausgewählt; Bildelemente,  
5 die auf einer diagonalen Linie dieses quadratischen Be-  
reiches ausgerichtet sind, werden ausgewählt.

Der Mittelwertrechner 708 führt die Gleichung (25) in  
Abhängigkeit von den zugeführten Dichtesignalen so aus,  
10 daß er einen gewichteten Mittelwert  $M_a$  der Dichten berech-  
net, die einem bestimmten Bildelement zugeordnet sind;  
der so gewonnene Mittelwert  $M_a$  wird an einen Schwellenwert-  
rechner 710 angelegt. Die Auswahleinrichtung 706 wählt  
die Bildelemente in benachbarten, quadratischen Bereichen  
15 kontinuierlich aus, um die zugehörigen Dichtesignale  $P_x$   
auf den Mittelwertrechner 708 zu geben. In Abhängigkeit  
von dem Mittelwert  $M_a$  führt der Schwellenwertrechner 710  
die Gleichung (26) aus, um den Schwellenwert  $TH$  für das  
bestimmte Bildelement zu erzeugen; dieser Schwellenwert  
20 wird auf einen Schwellenwertspeicher 712 gegeben.

Der Schwellenwertspeicher 712 bewirkt, daß die ankommenden  
Schwellenwerte  $TH$  Zeile-für-Zeile  $L_1-L_5$  ausgerichtet wer-  
den. Für die Bildelemente in jeder Zeile, die sich zwi-  
schen den benachbarten, ausgewählten Bildelementen befin-  
25 den, speichert der Speicher 712 einen berechneten Schwel-  
lenwert  $TH$  unmittelbar nach den ausgewählten Bildelementen  
Zeile-für-Zeile als zugehörige Schwellenwerte. Die in  
dem Zeilenspeicher 704 gespeicherten Daten werden Zeile-  
für-Zeile durch die Auswahleinrichtung 706 an eine Digita-  
30 lisierungseinrichtung 716 angelegt, während die in dem  
Schwellenwertspeicher 712 gespeicherten Werte durch eine  
Auswahleinrichtung 714 zugeführt werden. Als Ergebnis  
hiervon wird das Dichtesignal  $P_x$  Bildelement-für-Bildele-  
ment in Bezug auf einen Schwellenwert  $TH$  digitalisiert;  
35 das sich ergebene digitale Signal wird der folgenden Stufe



1

(nicht dargestellt) zugeführt. Bei Bedarf kann der Zeilen-  
speicher 704 einen Doppelpuffer für Echtzeitverarbeitung  
aufweisen.

5

Bei dem oben beschriebenen System 700 wird ein quadrati-  
scher Einheitsbereich aus einer Bildelement-Matrix mit  
fünf Reihen und fünf Spalten verwendet; diagonal ausgerich-  
tete Bildelemente in dieser quadratischen Matrix werden  
10 nacheinander ausgewählt, um die Mittelwerte  $M_a$  und die  
Schwellenwerte  $TH$  zu berechnen. Dies stellt jedoch doch  
keine Einschränkung dieser Ausführungsform dar. Denn wie  
bspw. in Fig. 27 gezeigt ist, kann die Einheitsmatrix  
auch aus zwei Reihen und vier Spalten von Bildelementen  
15 bestehen, so daß Bildelemente in der Abtastlage in zwei  
aufeinanderfolgenden Abtastzeilen ausgewählt werden. Diese  
alternative Konstruktion halbiert die Verzögerung in Ab-  
hängigkeit von dem Mittelwert  $M_a$  und dem Schwellenwert  
 $TH$  relativ zum Dichtesignal  $P_x$  in Abtastrichtung. Außerdem  
20 kann die Auswahl der Bildelemente längs unterschiedlichen  
Diagonalen in aufeinanderfolgenden quadratischen Bereichen  
ausgeführt werden, wie in Fig. 28 angedeutet ist.

Mit der beschriebenen siebten Ausführungsform eines Systems  
25 nach der vorliegenden Erfindung können Haarlinien und  
ähnliche Linien in geeigneter Weise digitalisiert werden,  
die parallel zur Hauptabtastrichtung verlaufen, weil bei  
diesem System ein Schwellenwert berechnet wird, der die  
Dichteverteilung in einem planaren Bereich widerspiegelt.  
30 Außerdem können sogar die Bildsignale in einem Bereich  
digitalisiert werden, in dem sich die Dichte ändert. Und  
schließlich läßt sich durch Auswahl von diagonal ausge-  
richteten Bildelementen die Rechengeschwindigkeit bei  
der Digitalisierung merklich erhöhen.

35

Ende der Beschreibung

• 69.  
- Leerseite -

FIG. 1

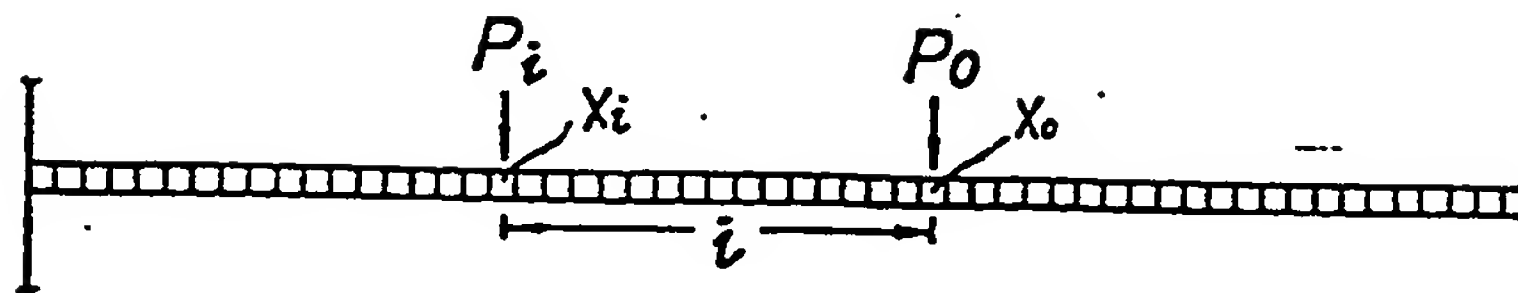


FIG. 2

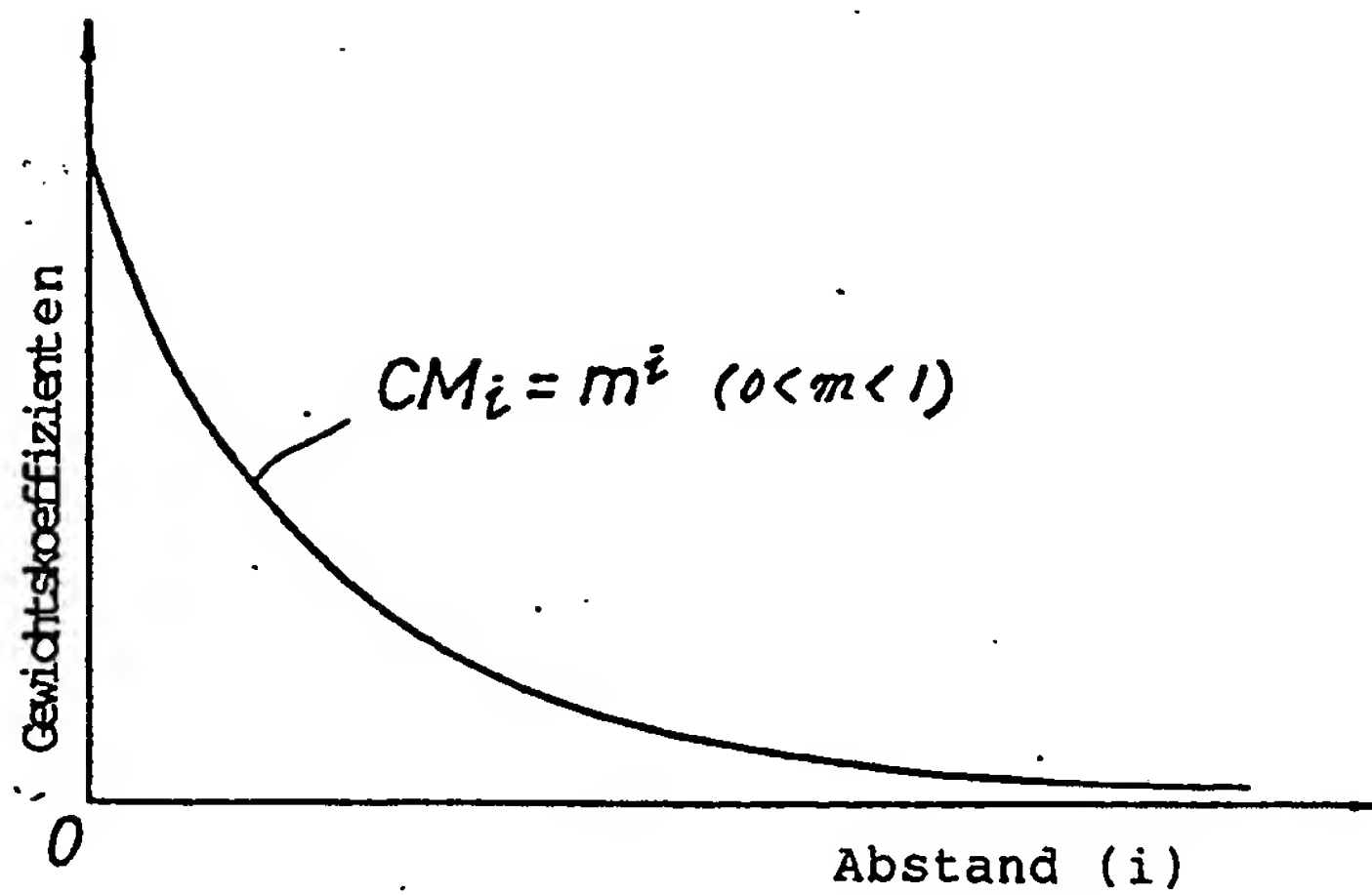


FIG. 3

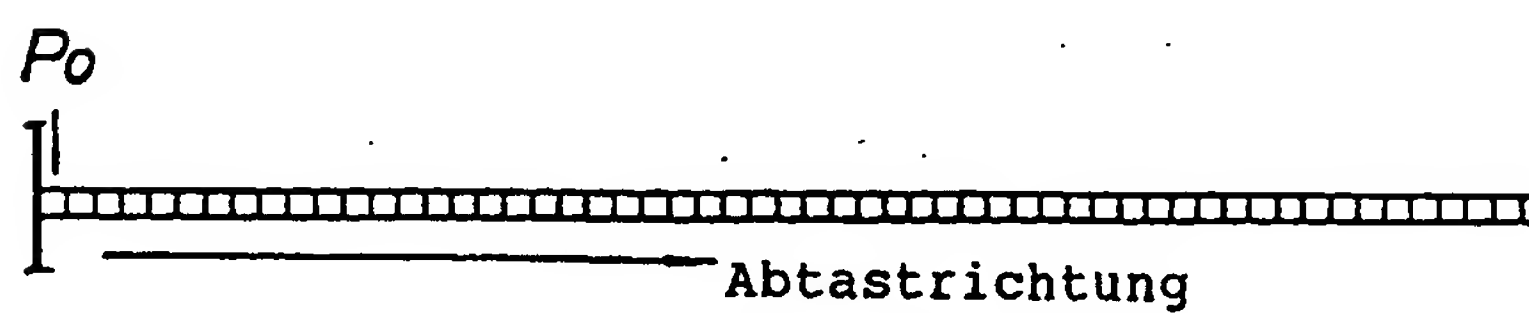


FIG. 4

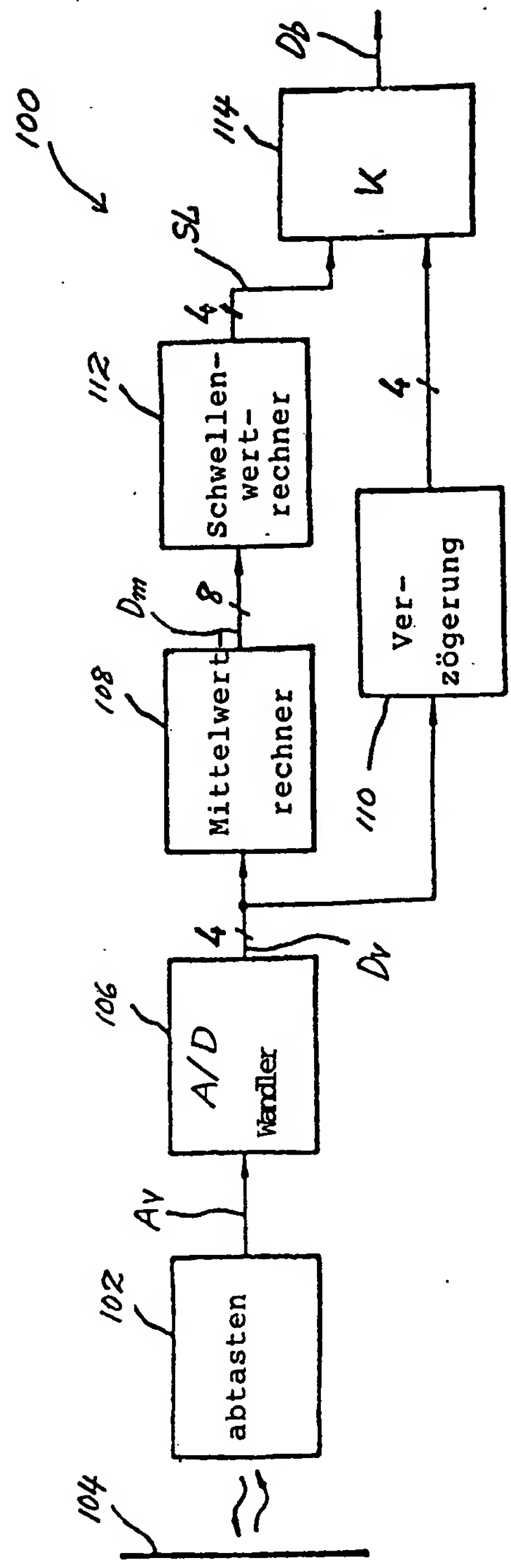


FIG. 5

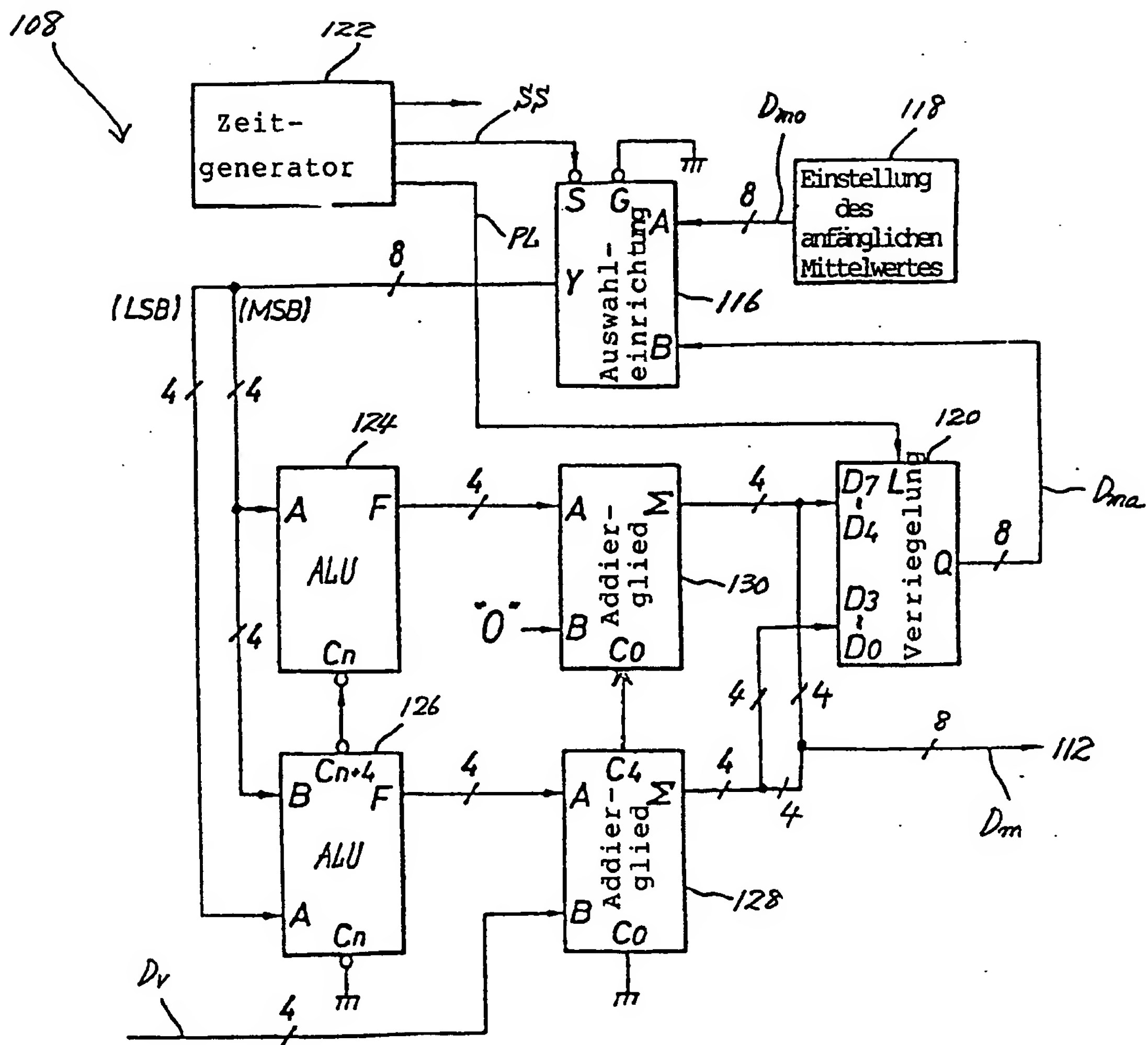


FIG. 6

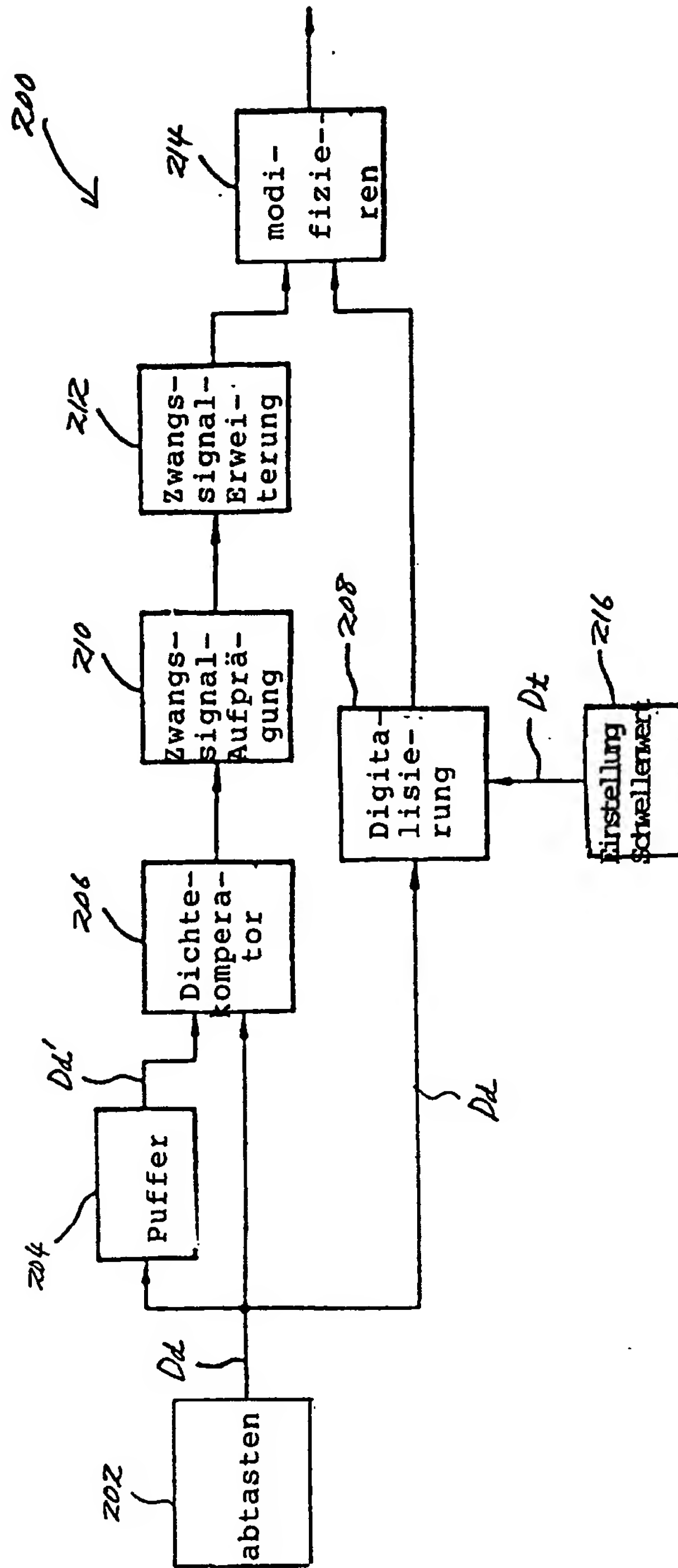




FIG. 7

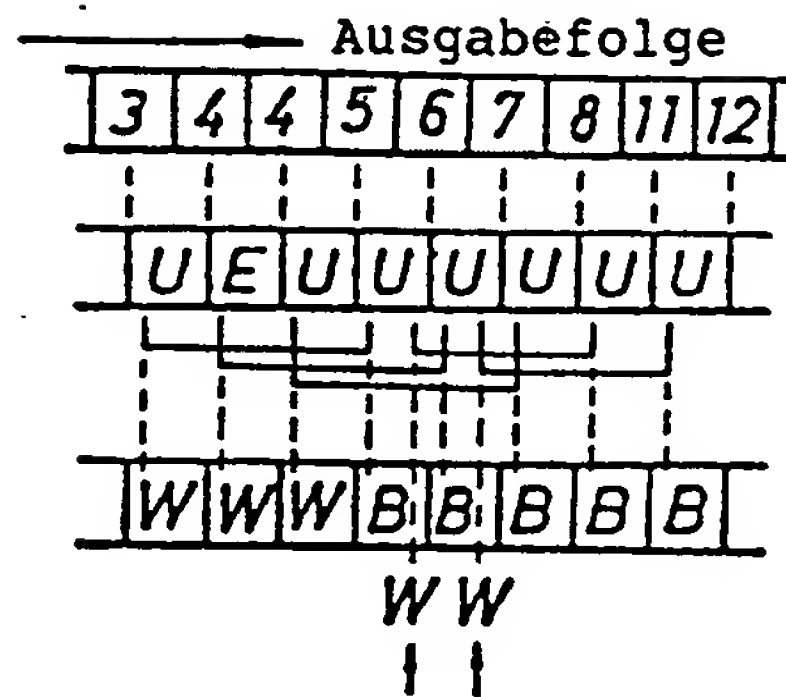


FIG. 8

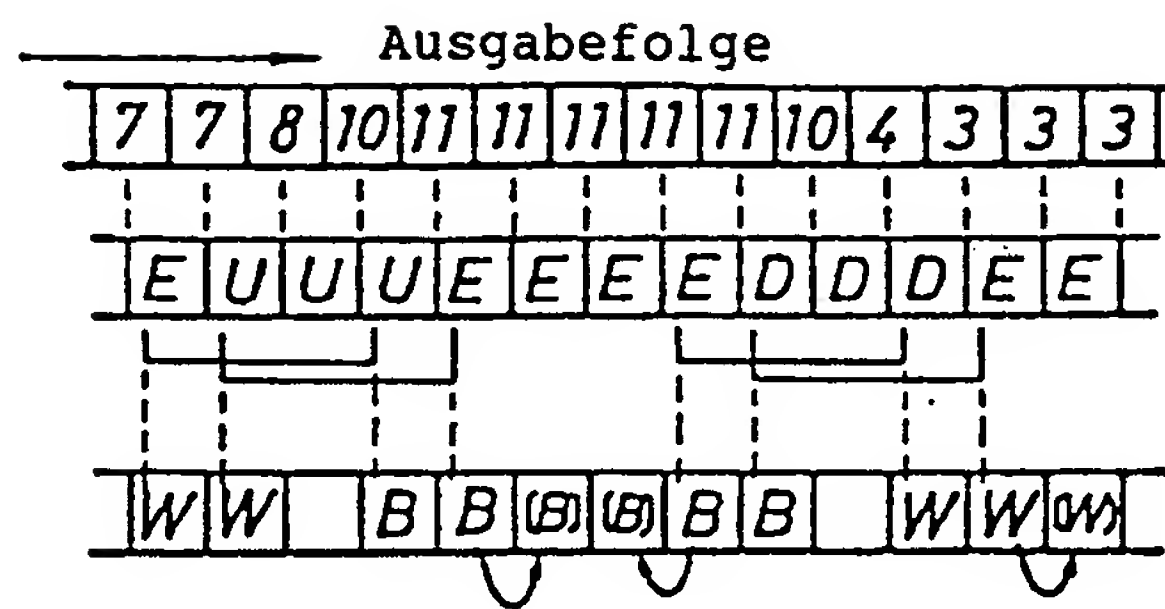


FIG. 9A

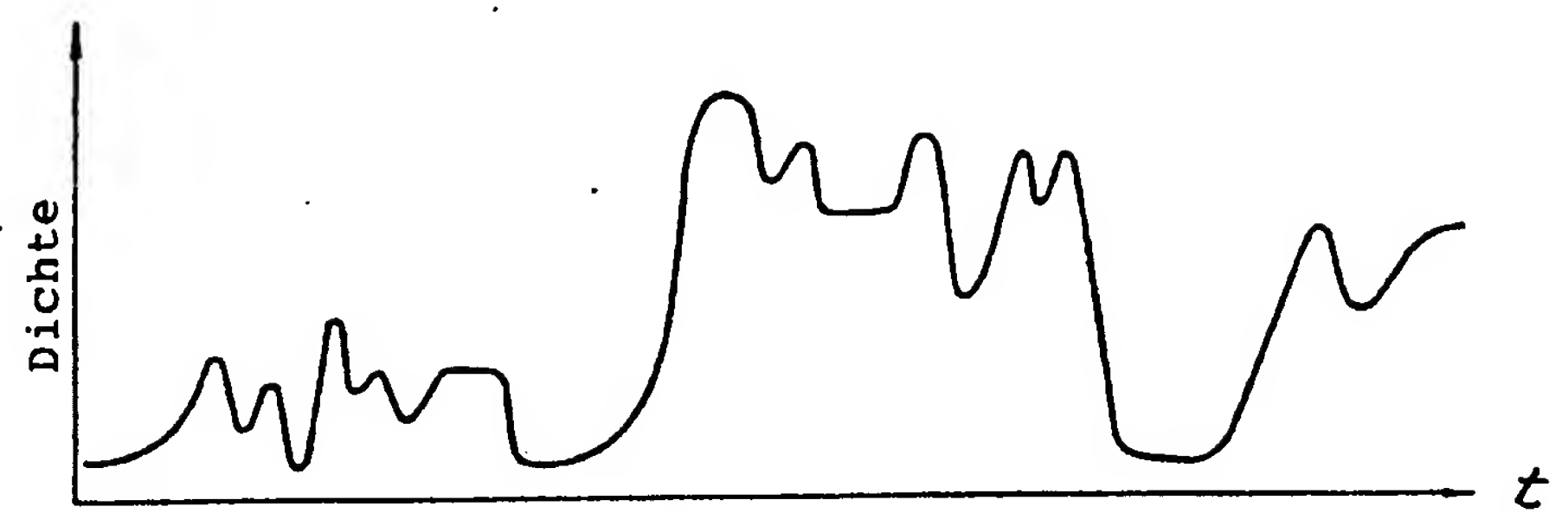


FIG. 9B

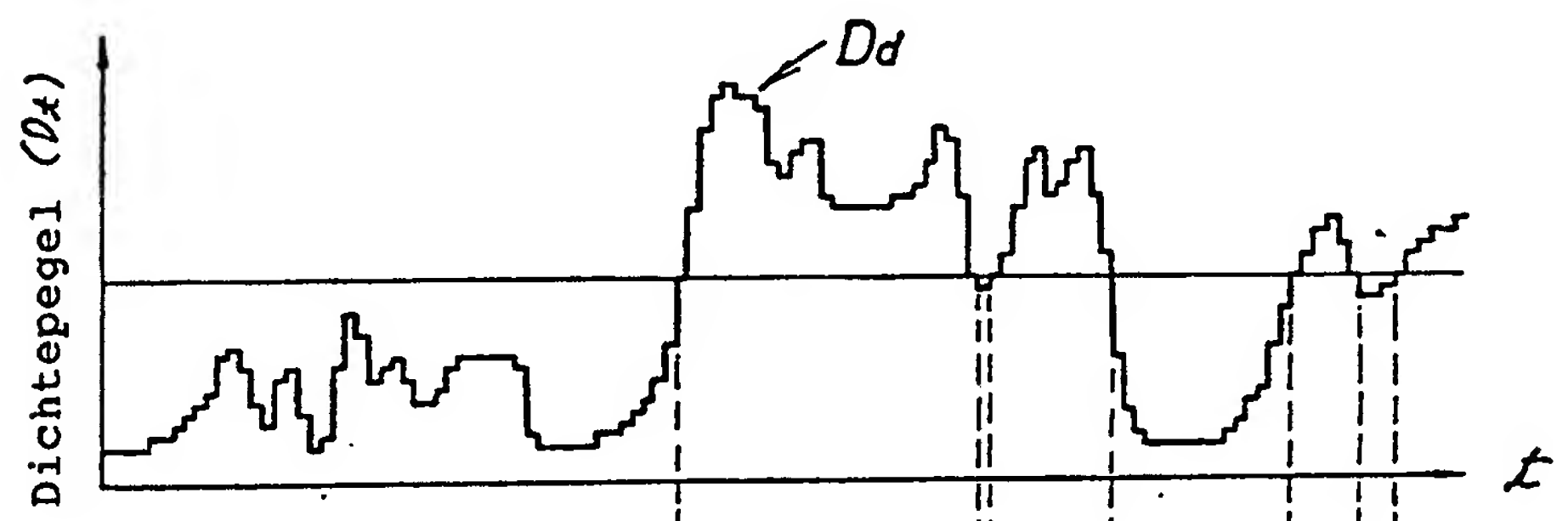


FIG. 9C

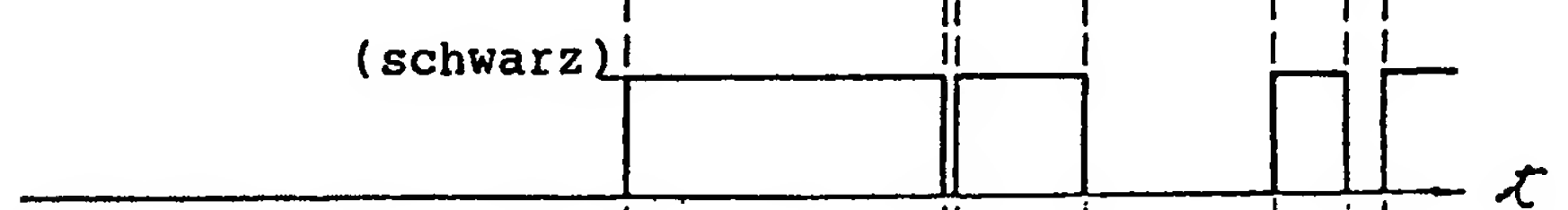


FIG. 9D

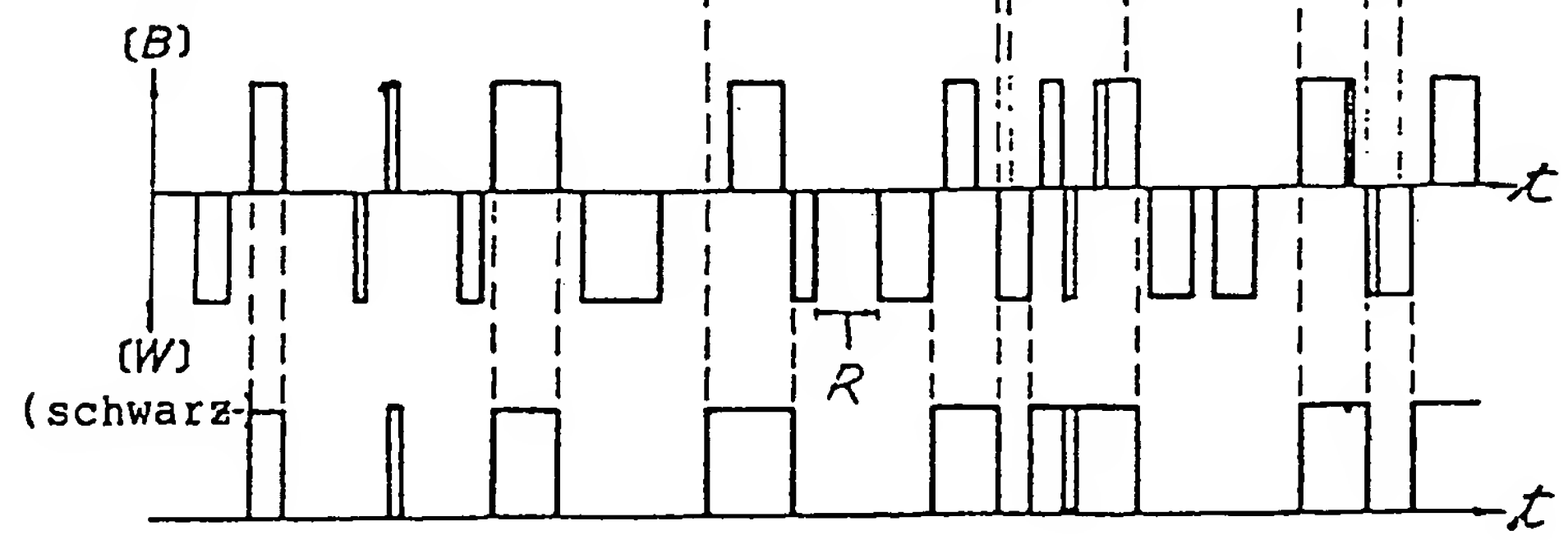


FIG. 9E

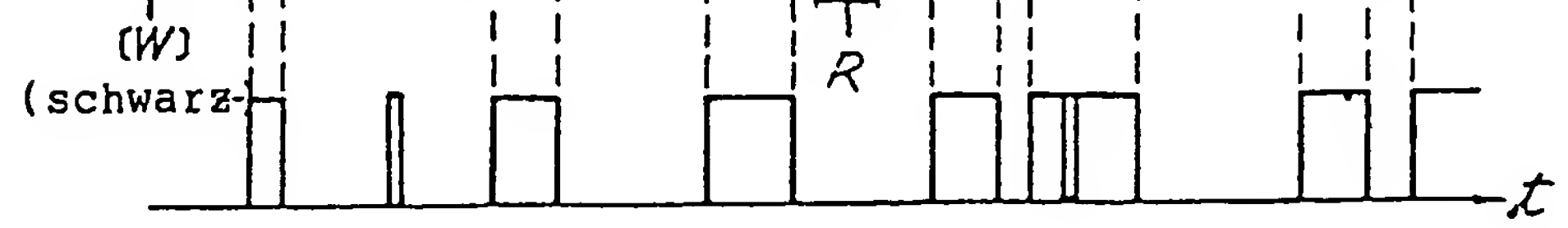
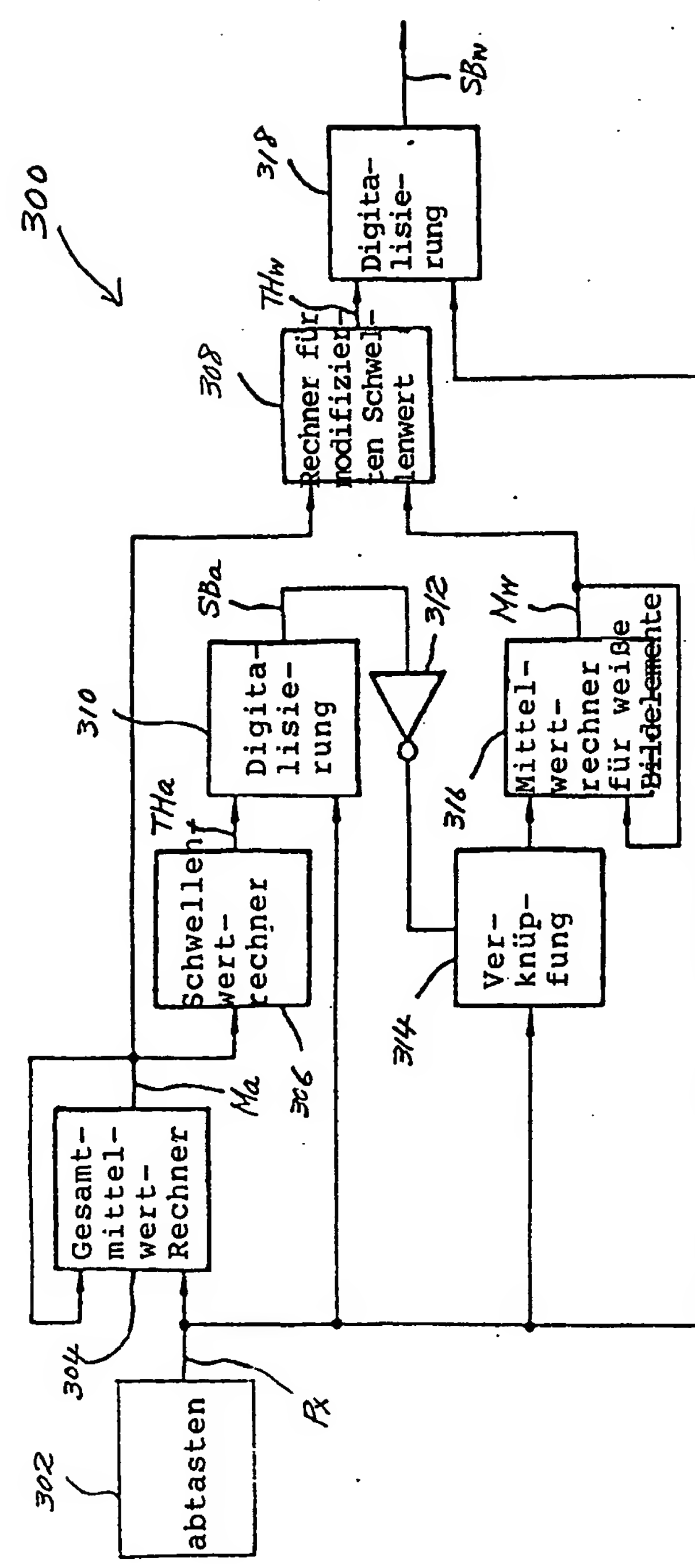


FIG. 10



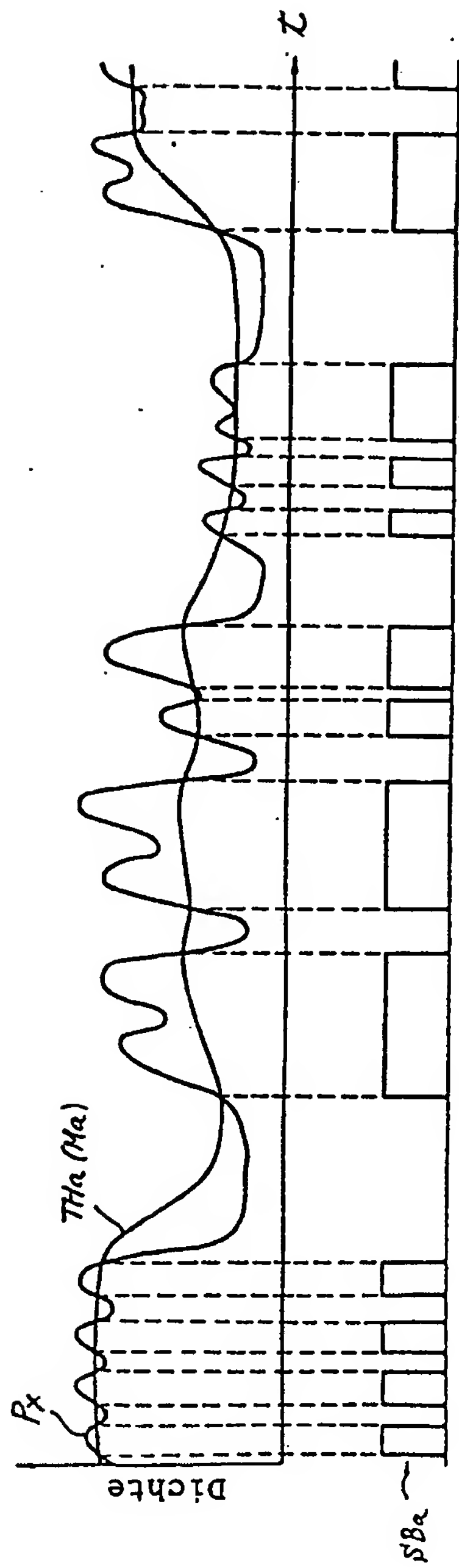


FIG. 11A

FIG. 11B

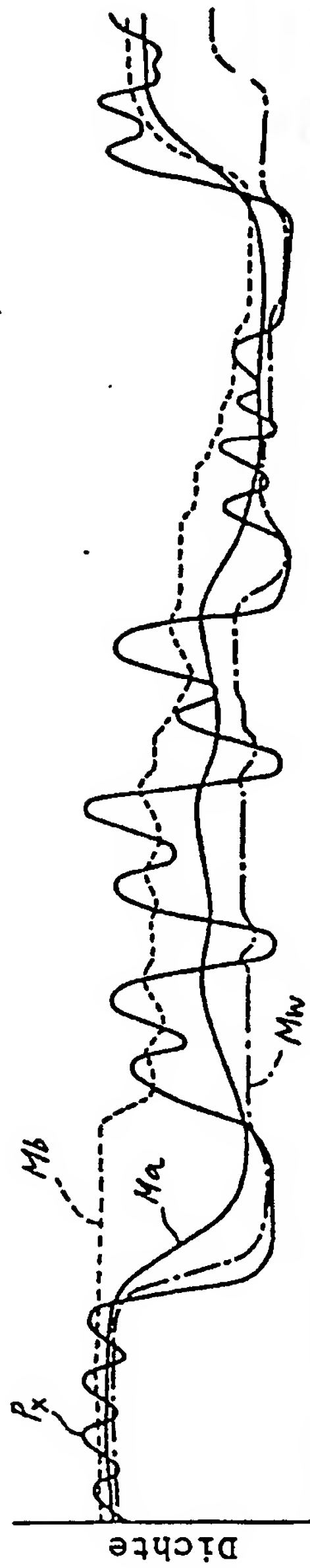


FIG. 11C

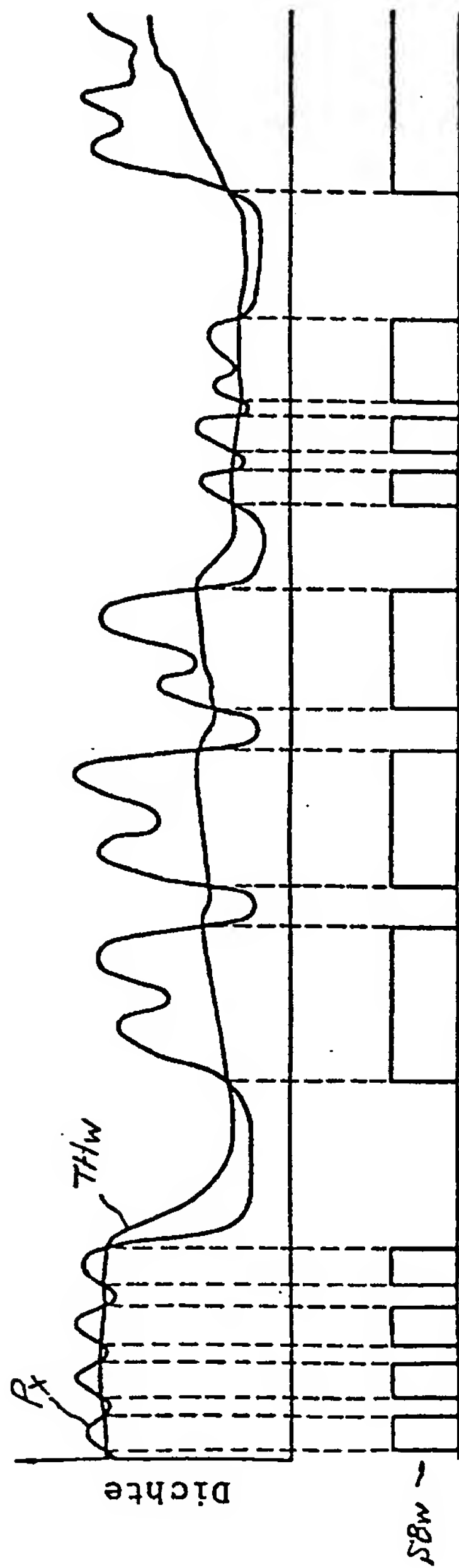
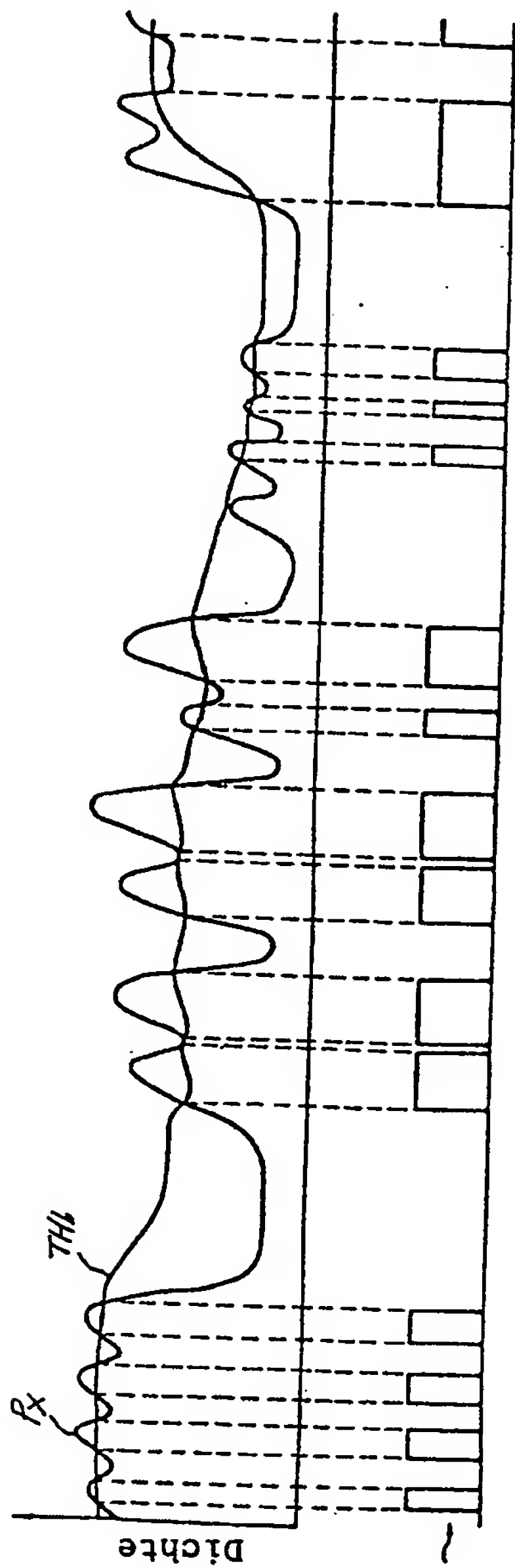


FIG. 12A

FIG. 12B









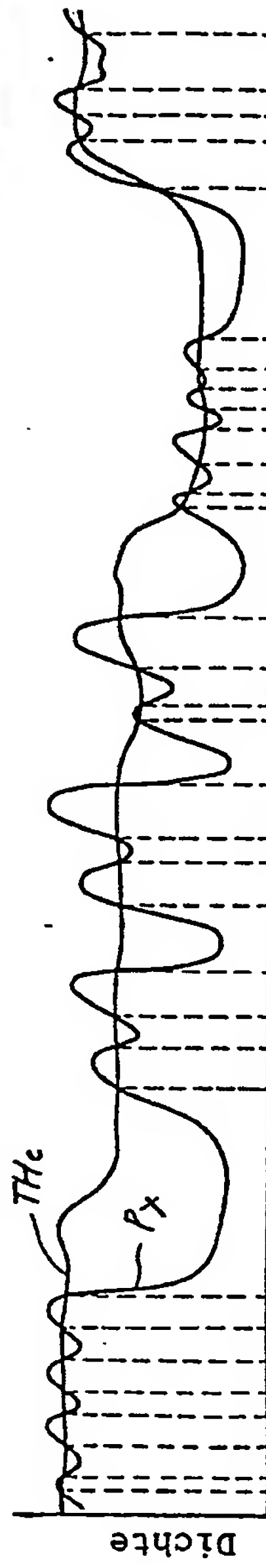
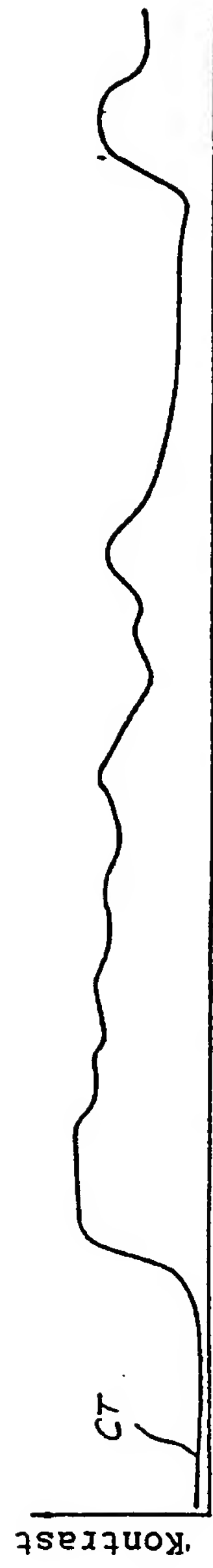


FIG. 17

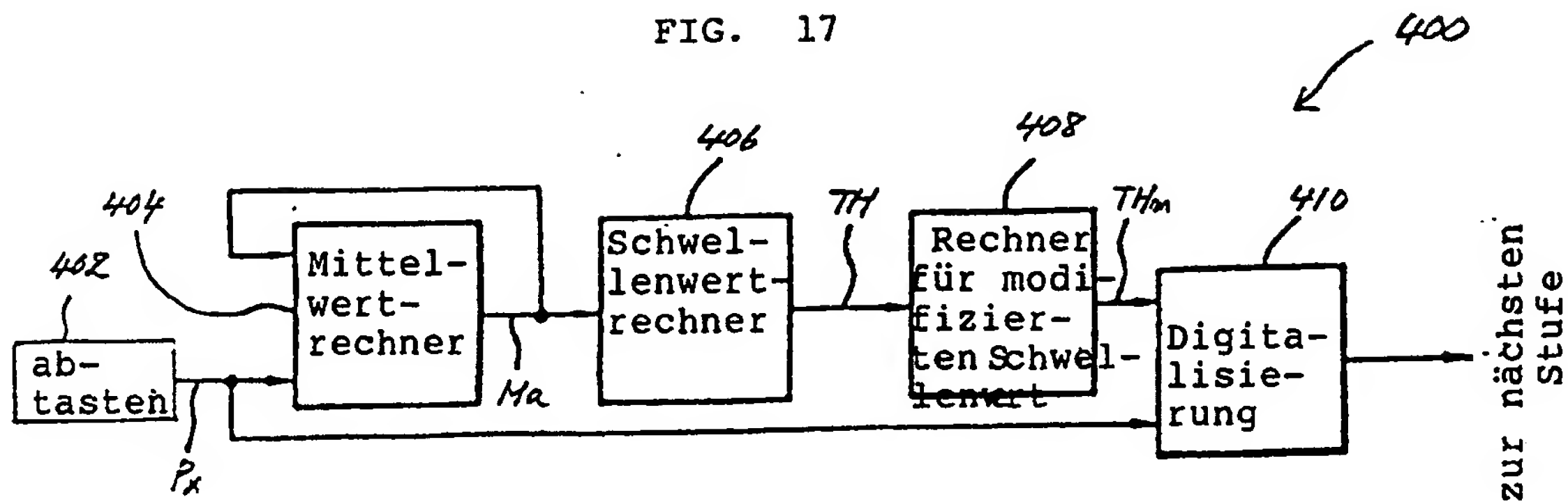
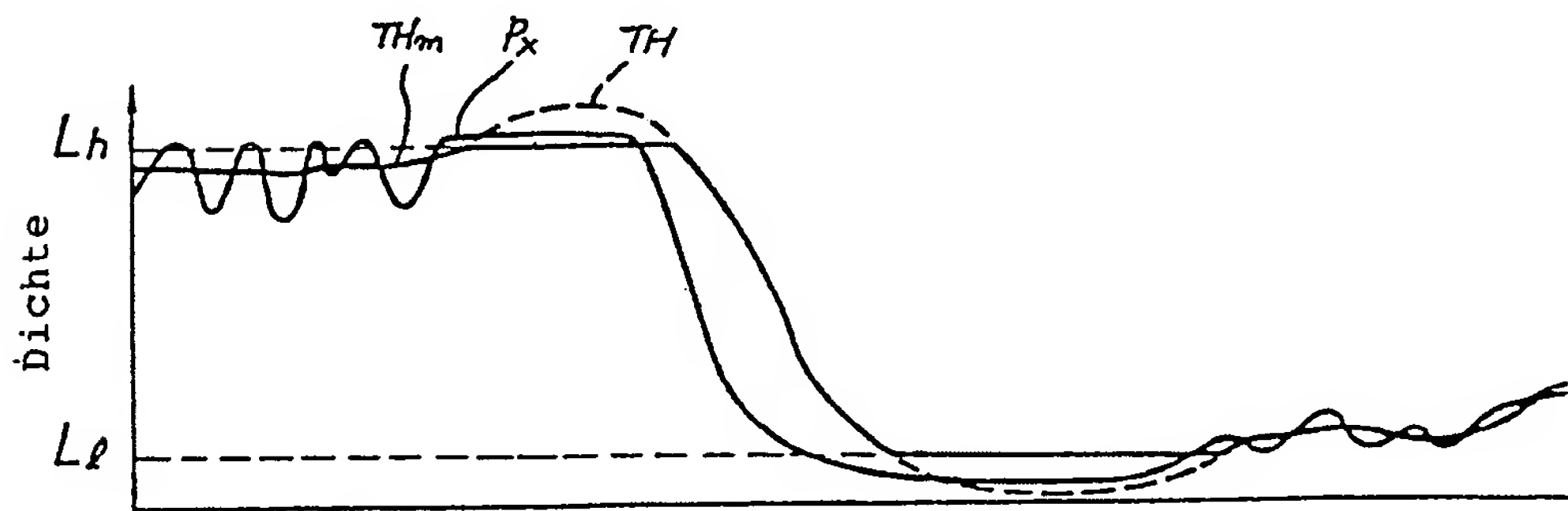


FIG. 18





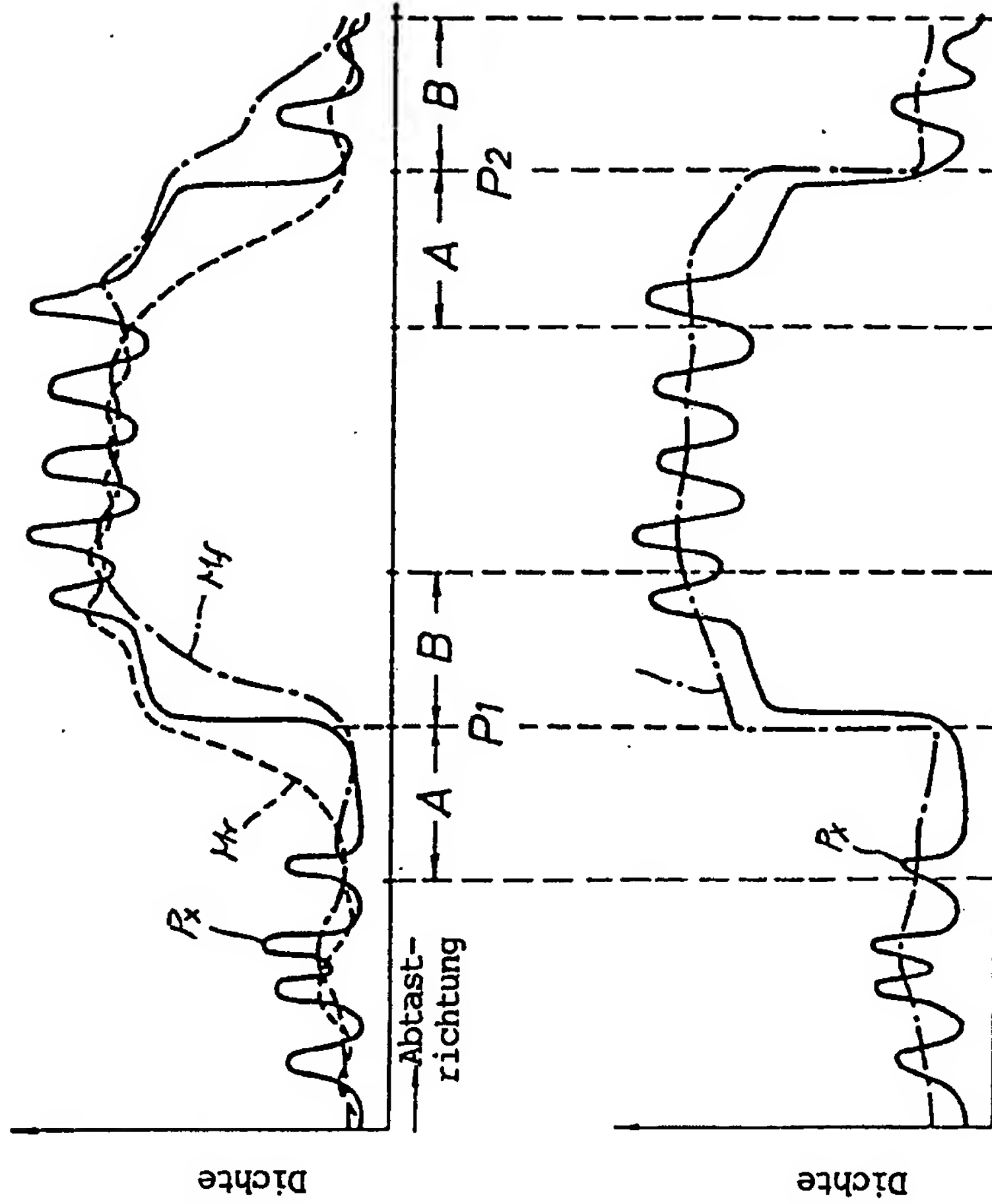


FIG. 20A

FIG. 20B



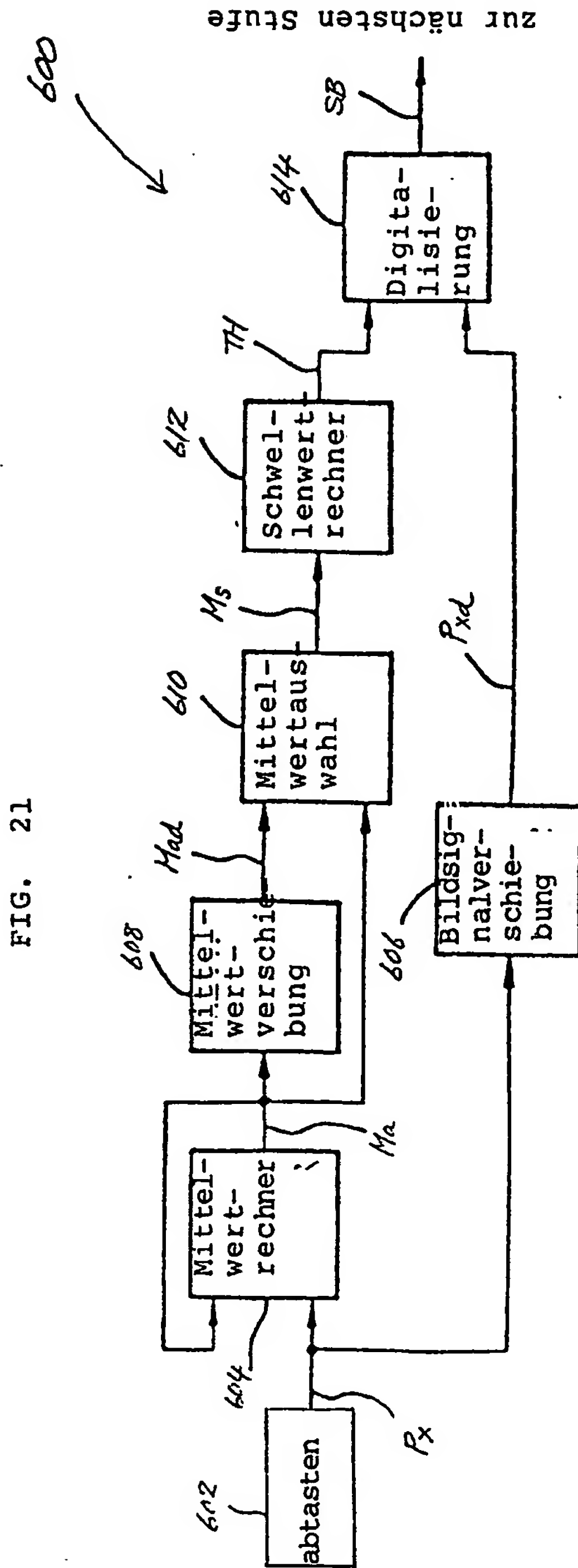


FIG. 22A

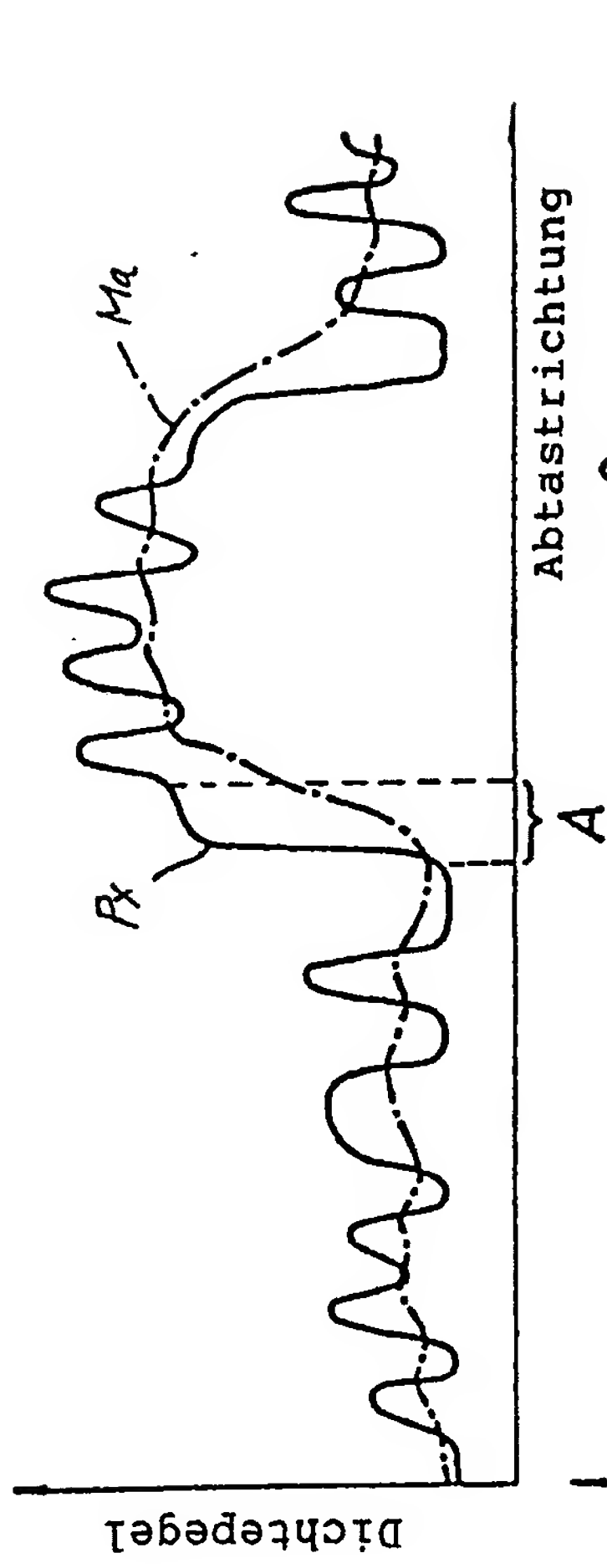


FIG. 22B

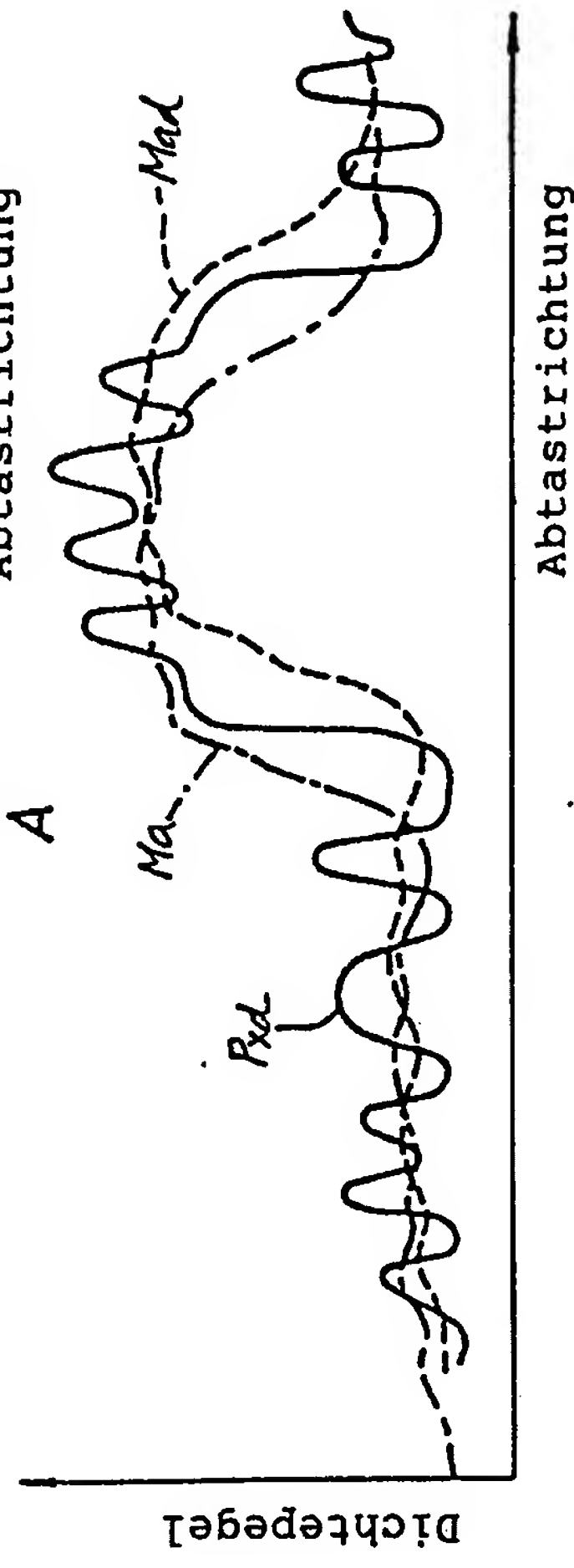


FIG. 22C

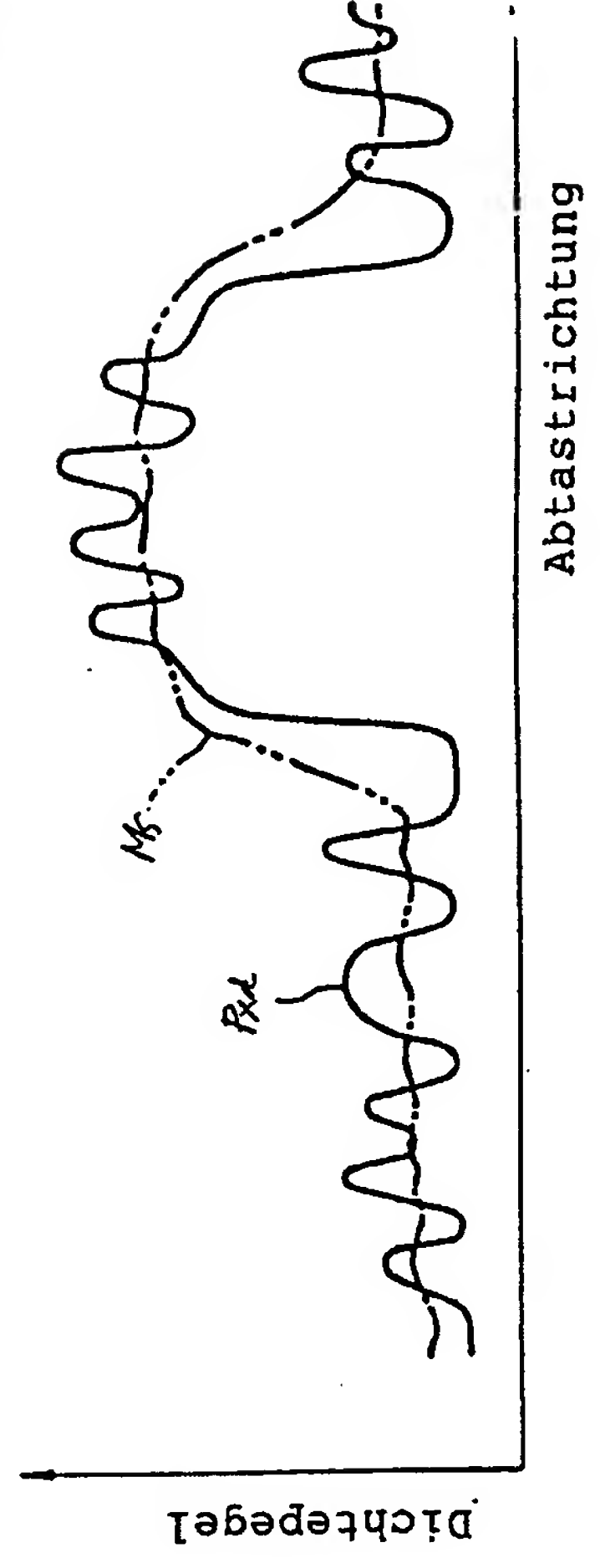


FIG. 23

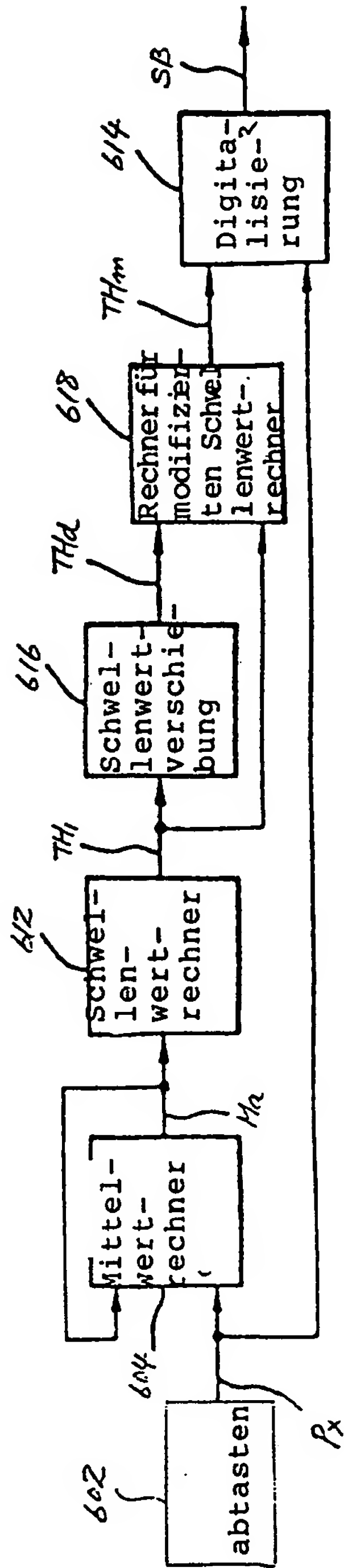


FIG. 24A

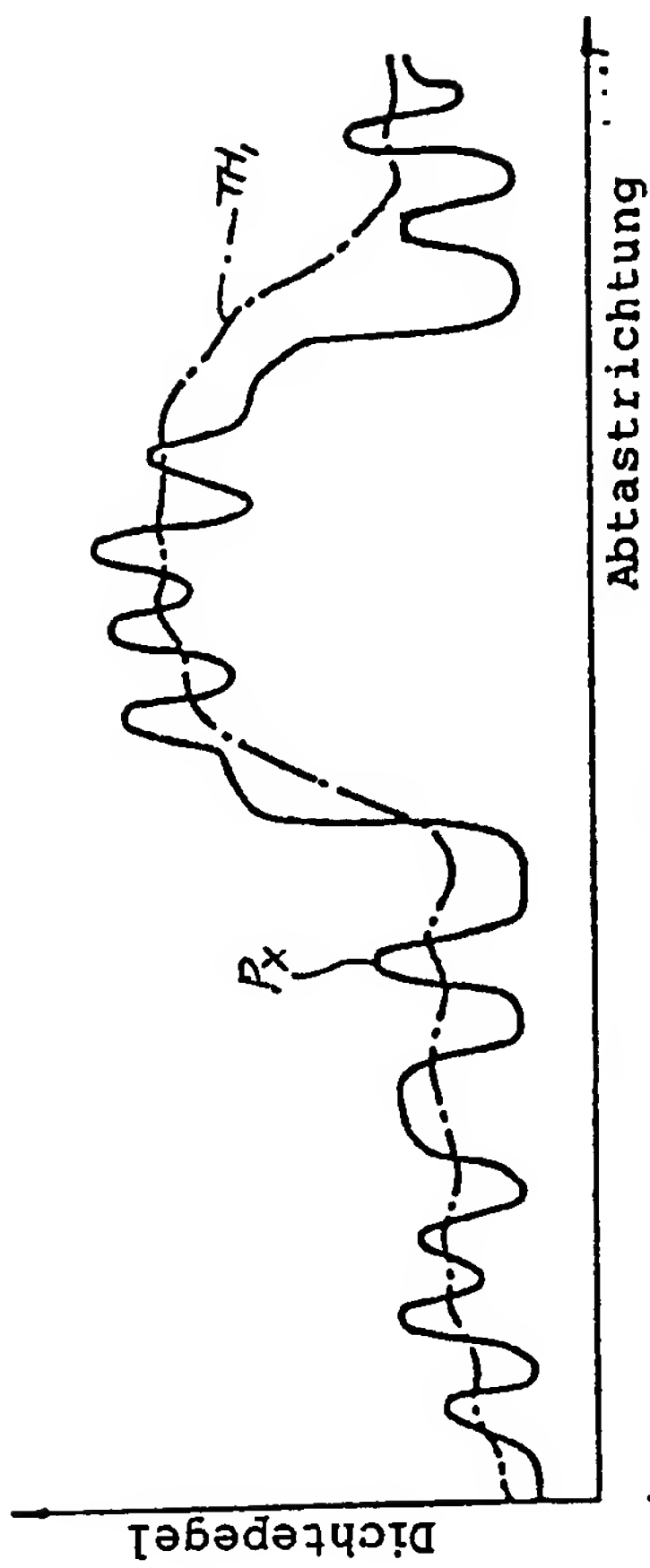


FIG. 24B

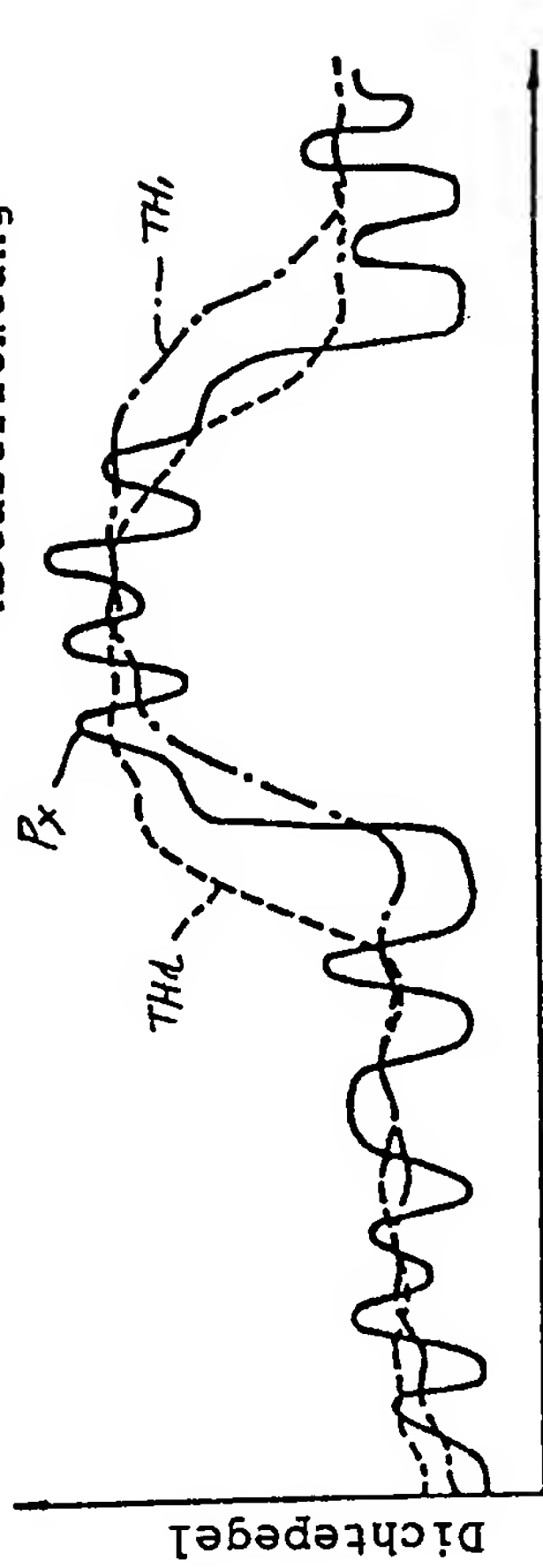


FIG. 24C

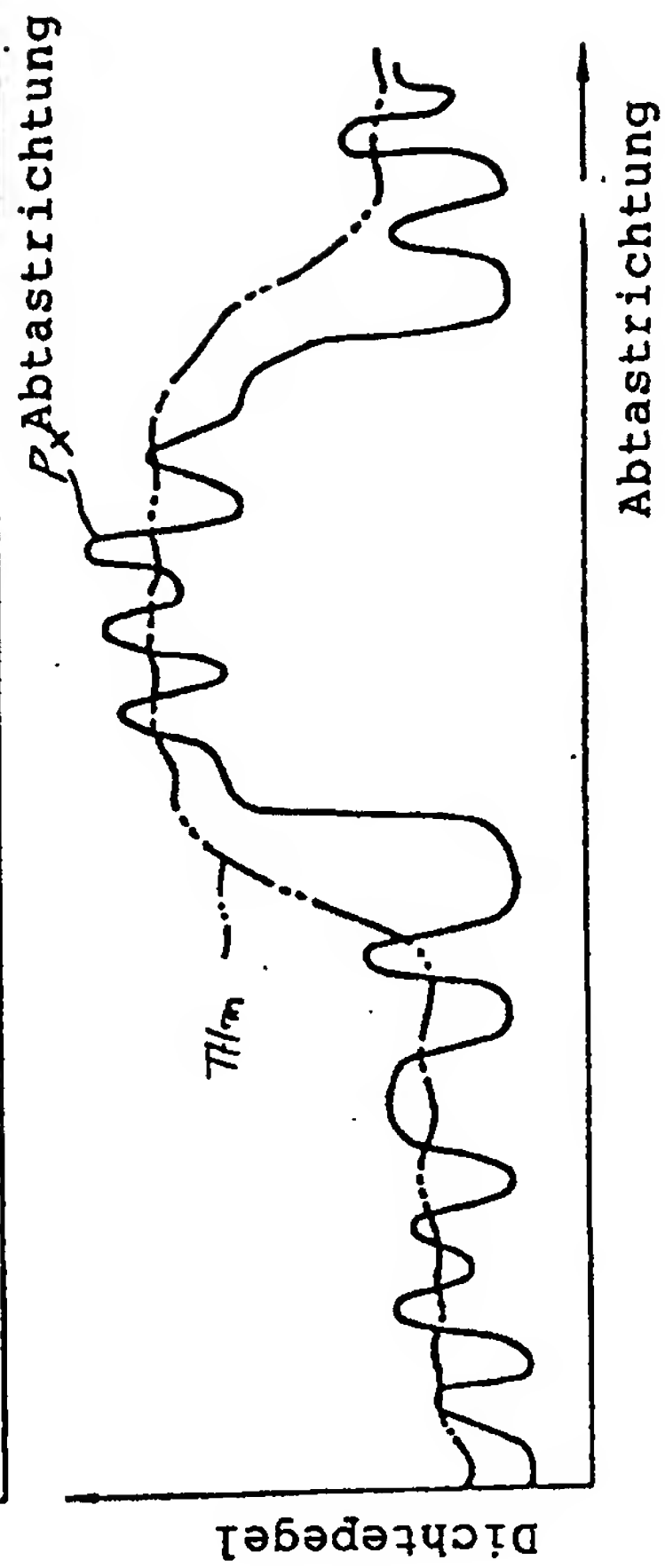




FIG. 26

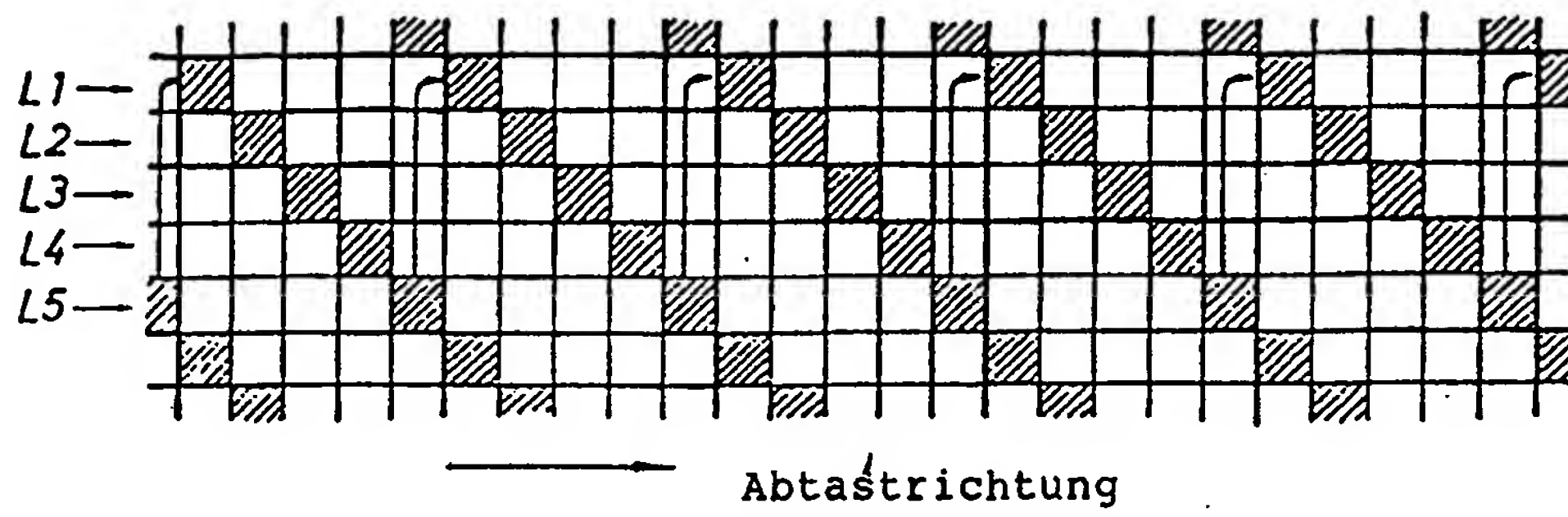


FIG. 27

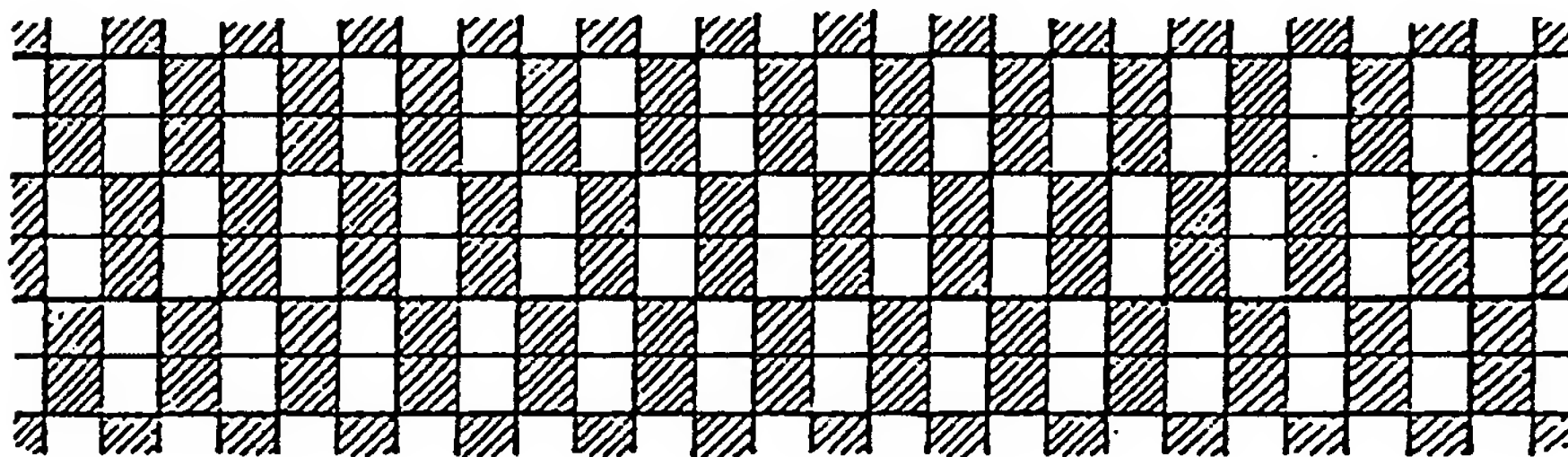
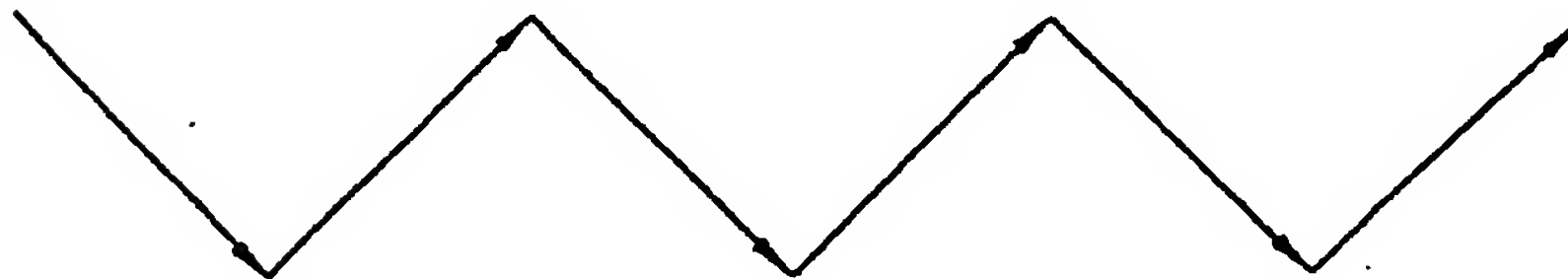


FIG. 28





## System for digitising picture signals

**Publication number:** DE3433493

**Publication date:** 1985-04-04

**Inventor:** SHIMOTONO SUSUMU (JP)

**Applicant:** RICOH KK (JP)

**Classification:**

- international: **H04N1/403; H04N1/403;** (IPC1-7): H04N1/40; G06K9/58

- european: H04N1/403

**Application number:** DE19843433493 19840912

**Priority number(s):** JP19830166600 19830912; JP19830188487 19831011;  
JP19830188488 19831011; JP19830188489 19831011;  
JP19830188490 19831011; JP19830191005 19831014;  
JP19830191004 19831014

[Report a data error here](#)

### Abstract of **DE3433493**

A system for digitising picture signals can adequately digitise images on an original by resolving the original into picture elements ("pixels") in spite of local variations in the colour and/or density of the background. Threshold values for the respective picture elements are calculated with consideration for an average density of a marked picture element to be digitised and of the neighbouring picture elements, the average density of the white picture elements, the average density of the black picture elements, a variation in contrast of the image and similar influences. In addition, threshold values are calculated on the basis of the average values of the picture densities in the forward and backward direction and the difference between these average values is calculated for each picture element. The threshold values are restricted to a certain range, which is defined by upper and lower limits. The threshold values are modified by deviating values which are offset by a predetermined number of picture elements in a direction running opposite to the scanning direction. Also calculated are the threshold values as a function of the frequency distribution of the picture elements into a limited planar or level region which is obtained by successively selecting picture elements in a plurality of scanning lines and calculating their average value.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide